

PDF hosted at the Radboud Repository of the Radboud University Nijmegen

The following full text is a publisher's version.

For additional information about this publication click this link.

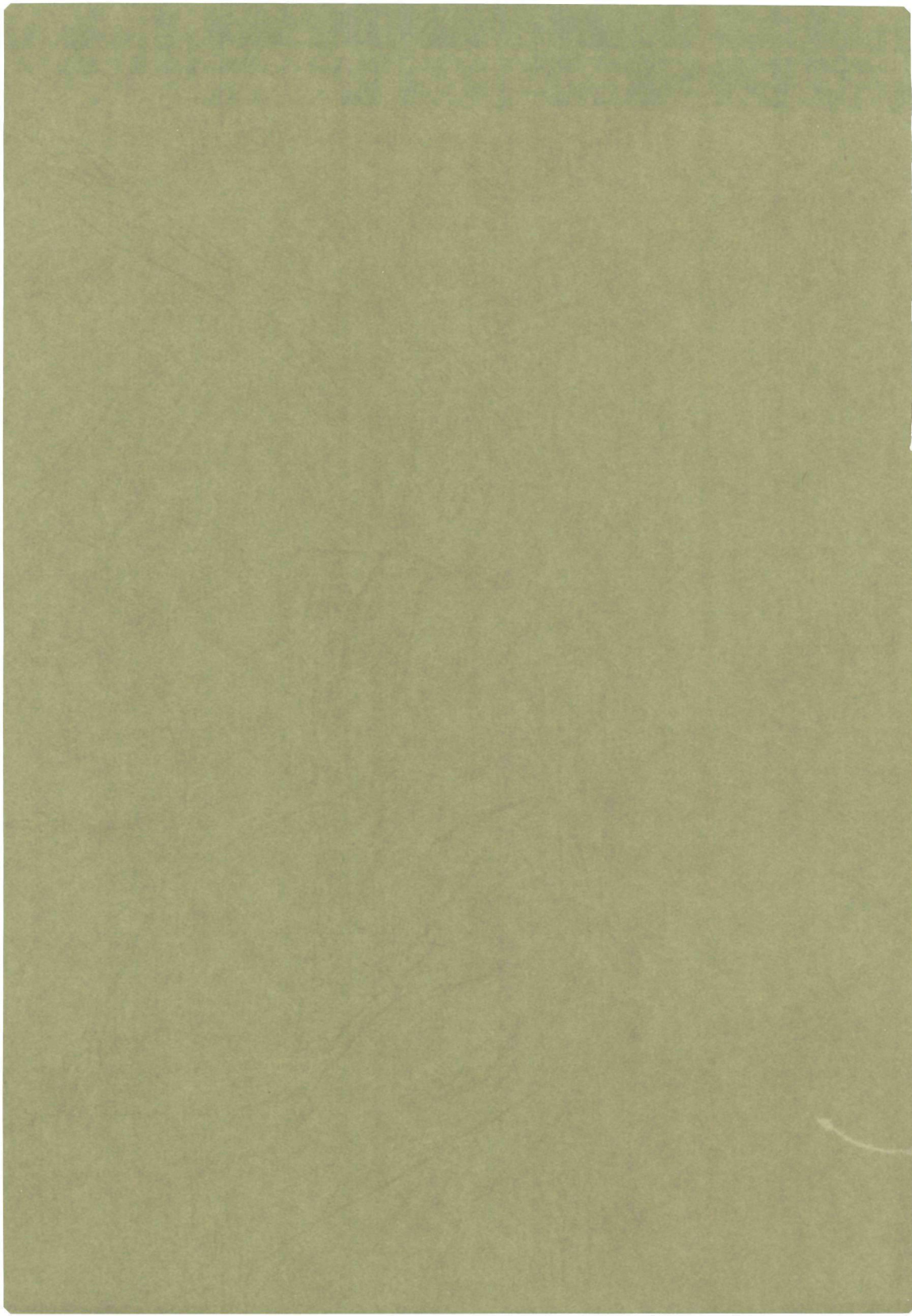
<http://hdl.handle.net/2066/147565>

Please be advised that this information was generated on 2018-07-07 and may be subject to change.

1819

DRUKRECEPTOREN IN HET
PARODONTAAL MEMBRAAN
VAN DE HOEKTAND BIJ DE KAT

M. J. G. M. KLOPROGGE



DRUKRECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN VAN DE HOEKTAND BIJ DE KAT

IMPULSGELEIDING EN REFLECTOIRE BEINVLOEDING VAN DE KAUWSPIEREN

**DRUKRECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN
VAN DE HOEKTAND BIJ DE KAT**

IMPULSGELEIDING EN REFLECTOIRE BEÏNVLOEDING VAN DE KAUWSPIEREN

PROEFSCHRIFT

**TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE KATHOLIEKE UNIVERSITEIT TE NIJMEGEN,
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS PROF. MR. F. J. F. M. DUYNSTEE
VOLGENS BESLUIT VAN HET COLLEGE VAN DECANEN
IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN
OP VRIJDAG 14 DECEMBER 1973 DES NAMIDDAGS TE 2 UUR PRECIES**

DOOR

MATHIEU JOSEPHUS GEORGE MARIE KLOPROGGE

GEBOREN TE KERKRADE

1973

DRUKKERIJ DE ZUID-LIMBURGER KERKRADE

Dit proefschrift werd bewerkt in het laboratorium voor
Algemene Neurofysiologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen

Aan Ine, George en Jack

Aan mijn ouders

Aan het tot stand komen van dit proefschrift werd zeer gewaardeerde medewerking verleend door:

Dr. J.A.J. Klijn en Dr. P.C.A.H.M. van Hasselt van de afdeling Algemene Neurofysiologie alsmede de medewerkers van deze afdeling mevrouw R. Piek-Lignac en de heren H.T. Penso en L. Groenen;

Drs. A.C.M. van de Poel van de afdeling Tandheelkundige Röntgenologie alsmede de medewerksters van deze afdeling de dames W. Denissen, P.H.H.M. Smeets, C.J.R. de Reuver en J.J.M. van Kerkom;

Drs. H.C.J. Andriessen a.a. en de heer G.C.A.M. Hurkmans;
de heren J.W.M. Albers, F.I. Eikholt en W.J. Nagelvoort van de Instrumentele Dienst (Hoofd: Ir. F. Zelders);

de heren P.B. Spaan, G.M. Busser en A.M. Peters van het Centraal Dierenlaboratorium (Hoofd: Dr. M.J. Dobbelaar);

Dr. P.J. van Mullem en Drs. J.C. Maltha van het laboratorium voor Orale Histologie alsmede de medewerkers van deze afdeling de heer S.J.A.M. Nottet en mej. W. Tak;

de heer H.C.M. Reckers van de afdeling Medische Illustratie;
de heren J.L.M. van de Kamp en H.A.W. Bongaarts van de afdeling Medische Fotografie;

de heer L. Verburgt van het Tandtechnisch Laboratorium;

de heer E. de Graaff van de Medische Bibliotheek;

de heer L.J.H. Hofman van de Tandheelkundige Bibliotheek;

mevrouw J.J.A.G. Rombouts;

mijn echtgenote en mevrouw R. Piek-Lignac en mevrouw C.W. Kerbusch-Mckell die het typewerk verzorgden.

INHOUD

DEEL I

IMPULSGELEIDING IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS

DOOR STIMULATIE VAN RECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN

Hoofdstuk I	ALGEMENE INLEIDING	12
	A. Receptoren in het parodontaal membraan	12
	B. Oriënterend onderzoek	15
	C. Samenvatting	17
Hoofdstuk II	MATERIAAL EN METHODE	19
	A. Materiaal	19
	B. Anatomisch verloop en innervatie gebied van de nervus oculomotorius	19
	C. Registratie techniek	21
	D. Methode van verplaatsen van de hoektand	24
	E. Histologische controle	25
Hoofdstuk III	IMPULSEN IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS SAMENHANGEND MET IPSILATERALE STIMU- LATIE VAN DE HOEKTAND	27
	Inleiding	27
	Resultaten	27
	Conclusie	32
Hoofdstuk IV	CENTRIPUTALE OF CENTRIFUGALE GELEI- DING IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS ALS GEVOLG VAN HET BEWEGEN VAN DE HOEKTAND	33
	Inleiding	33
	Resultaten	33
	Conclusie	34

Hoofdstuk V	EXPERIMENTEN TER BEPALING VAN DE OOR- SPRONG VAN DE IN DE NERVUS OCULO- MOTORIUS AFGELEIDE RESPONSES	35
	Inleiding	35
	Resultaten	36
	Conclusie	36
Hoofdstuk VI	IMPULSEN IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS SAMENHANGEND MET CONTRALATERALE STIMULATIE VAN DE HOEKTAND	39
	Inleiding	39
	Resultaten	39
	Conclusie	39
Hoofdstuk VII	SAMENVATTENDE CONCLUSIE VAN DE HOOFDSTUKKEN III t/m VI	41
Hoofdstuk VIII	DISCUSSIE	42

DEEL II

REFLECTOIRE BETINVLOEDING VAN DE KAUWSPIEREN DOOR STIMULATIE VAN RECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN

Hoofdstuk I	ALGEMENE INLEIDING	46
Hoofdstuk II	MATERIAAL EN METHODE	49
	A. Materiaal	49
	B. Registratietechniek	50
	C. De richting van de verplaatsing	51
	D. Topografie van de onderzochte spieren	52

Hoofdstuk III	RESULTATEN	55
	de musculus temporalis	55
	de musculus pterygoideus	59
	de musculus masseter	65
Hoofdstuk IV	CONCLUSIE	66
Hoofdstuk V	DISCUSSIE	68
ALGEMENE SAMENVATTING	74
GENERAL SUMMARY	79
LITERATUUR	84
CURRICULUM VITAE	88

DEEL I

IMPULSGELEIDING IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS DOOR STIMULATIE VAN RECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN

ALGEMENE INLEIDING

A. RECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN.

Het parodontaal membraan of ligament is de verzamelnaam voor de weefselstructuren die zijn gelegen in de spleetvormige ruimte tussen het cement van de tand en de omringende tandkas (Provenza, 1964; Grant, 1972).

Functioneel belangrijke componenten zijn de collageen vezels, die zowel ontspringen in het wortelcement van de tand als in het bot van de tandkas en die naar wordt verondersteld zich verenigen in het midden van de parodontale spleet tot de plexus intermedius (Orban, 1958). Door middel van deze vezels is de tand op een niet starre manier verbonden met de tandkas.

In het parodontaal membraan zijn zenuwvezels en receptoren gelegen. De innervatie van het parodontaal membraan geschiedt vanuit twee richtingen.

De eerste groep van zenuwvezels betreedt de parodontale ruimte vanuit het spongieuze bot via de lamina dura tegenover de apex van de tand en loopt van hieruit langs de alveolaire wand in de richting van de glazuurcement grens.

De tweede groep van zenuwvezels komt de parodontale ruimte binnen via de talrijke foramina in de lamina dura en splitst zich direct na binnenkomst in het parodontaal membraan op in twee groepen. Hiervan loopt één bundel in de richting van de glazuur-cement grens terwijl de andere vezels in apicale richting gaan lopen (Lewinsky, 1937; Bernick, 1952; Rapp, 1957).

De zenuwvezels kunnen, ongeacht hun plaats van binnenkomst in het parodontaal membraan, worden onderverdeeld in dikke, gemyeliniseerde ($\pm 16 \mu\text{m}$) en dunne niet gemyeliniseerde vezels ($\pm 1 \mu\text{m}$) (Kizior, 1968).

In de literatuur worden een aantal structuren beschreven, die zijn gelegen in het parodontaal membraan en waarvan wordt verondersteld dat het receptoren zijn:

Kadanoff (1929)	niet-gegekapselde kleine knobbelvormige uiteinden. (Bij de mens).
Lewinsky (1937, 1938)	spiraalvormige uiteinden. (Bij de kat).
Bernick (1957)	spiraalvormige en vrije zenuwuiteinden. (Bij de aap).
Rapp (1957)	hoog georganiseerde zenuwuiteinden: grote eivormige structuren, bestaande uit een kern van gemyeliniseerde en niet-gemyeliniseerde vezels, waaromheen fijne bindweefselvezeltjes zijn gevlochten. (Bij de mens).
Kizior (1968)	eivormige ingekapselde structuren en vrije zenuwuiteinden. (Bij de kat).

Tot nu toe is men er echter niet in geslaagd de verschillende beschreven structuren te koppelen aan bepaalde fysiologische functies. Op grond van het feit echter, dat bij het drukken tegen de tanden door vele onderzoekers responses van de verschillende takken van de nervus trigeminus konden worden afgeleid (Pfaffman, 1939 a, b, nervus infraorbitalis; Ness, 1954, nervus alveolaris inferior; Kizior, 1968, nervus alveolaris inferior; Hannam, 1968 a, b, 1969, 1970, nervus alveolaris inferior), wordt aangenomen dat een aantal van de beschreven structuren in het parodontaal membraan reageren op drukveranderingen. Deze receptoren worden geactiveerd, omdat door het drukken tegen de tand deze gaat bewegen in zijn alveole. Dit laatste is mogelijk omdat de tand niet star is verbonden met de tandkas.

Pfaffman (1939 a, b) bestudeerde als eerste de fysiologische eigenschappen van de receptoren in het parodontaal membraan die reageren op drukveranderingen. De door hem onderzochte structuren werden door Ness in 1954 mechanoreceptoren genoemd, terwijl Jerge

(1963a, 1964) spreekt van pressoreceptoren type I en II. De pressoreceptoren type I geven drukimpulsen door van de afzonderlijke gebitselementen terwijl type II receptoren drukveranderingen registreren van meerdere elementen en gedeelten van de gingiva.

Ness (1954), Kizior (1968) en Hannam (1970) konden bij de kat aantonen dat een aantal van de in het parodontaal membraan gelegen receptoren spontaan ontladen. Deze activiteit stopte zodra tegen de tand werd gedrukt. Bovendien werden door deze auteurs snel en langzaam adapterende receptoren aangetoond.

Algemeen wordt aangenomen dat de impulsen van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan via de nervus trigeminus worden geleid naar het centrale zenuwstelsel. Terwijl in de bovenkaak deze geleiding plaats vindt via zenuwvezels van de nervus maxillaris worden de drukimpulsen uit de onderkaak naar het centrale zenuwstelsel geleid door de nervus mandibularis.

De primaire sensorische neuronen van deze vezels zijn gelegen in de nucleus mesencephalicus nervi trigemini (Corbin, 1940 b). Dit is de enige kern binnen het centrale zenuwstelsel waar primaire sensorische neuronen worden aangetroffen (Corbin, 1940 b).

De nucleus mesencephalicus nervi trigemini vormt de meest rostrale kernformatie van het trigeminus complex en strekt zich uit vanaf de commissura posterior tot aan de nucleus motorius nervi trigemini aan de laterale zijde van de substantia grisea centralis (Pearson, 1949 a, b). De cellen van deze nucleus worden geactiveerd door rekking van de spierspoelen in de elevatoren van de kaak (m. masseter, m. temporalis en de m. pterygoideus medialis) en door drukimpulsen vanuit het parodontaal membraan en de gingiva rond de tanden (Corbin, 1940 b; Harrison, 1942; Szentagothai, 1948; Jerge, 1963 a, 1964).

Volgens May en Horsley (1910) en Kosaka (1912) heeft het ophthalmische deel van de nervus trigeminus zowel bij het konijn als bij de kat, de hond en de aap geen verbinding met de nucleus mesencephalicus. Als argumentatie hiervoor voeren zij aan dat er geen

chromatolyse in deze kern optreedt na doorsnijding van het ophthalmische deel van de nervus trigeminus.

Aangezien de nucleus mesencephalicus bekend staat als de enige kern van het trigeminus complex die proprioceptieve impulsen krijgt vanuit het tandkaakstelsel, betekent dit, dat vanuit het parodontaal membraan en de omliggende gingiva geen drukimpulsen naar het centrale zenuwstelsel worden geleid via de nervus ophthalmicus. Corbin (1940 a) echter kon in alle drie de takken van de nervus trigeminus vezels vinden waarvan het cellichaam is gelegen in de nucleus mesencephalicus.

B. ORIENTEREND ONDERZOEK.

Bij oriënterend onderzoek naar de functie van de hoektand in de bovenkaak bij de kat viel op, dat de responses (evoked potentials) in de ipsilaterale nucleus mesencephalicus, veroorzaakt door het heen en weer bewegen van deze tand, niet geheel konden worden onderdrukt door de impulsgeleiding van de nervus trigeminus zowel ipsi- als contralateraal te onderbreken.

Voor het uitschakelen van de nervus trigeminus werden twee technieken toegepast.

Bij de eerste techniek werd de nervus trigeminus onderbroken door middel van electro-coagulatie. Dit gebeurde intracraniaal aan de perifere zijde van het ganglion trigeminale (semilunare Gasseri).

Bij de tweede techniek werd de impulsgeleiding onderbroken met behulp van een lokaal-anaestheticum. Dit werd op dezelfde plaats ingespoten als bij de eerste techniek.

Met beide technieken bleek het evenwel nooit mogelijk te zijn de opgewekte responses in de nucleus mesencephalicus als gevolg van het heen en weer bewegen van de hoektand geheel te onderdrukken. De gevonden resultaten gaven aanleiding te veronderstellen dat er — buiten de nervus trigeminus om — extra verbindingen bestaan tussen de hoektanden in de bovenkaak en de nucleus mesencephalicus.

Ook andere onderzoekingen doen veronderstellen dat de nucleus mesencephalicus niet alleen verbinding heeft met de nervus trigeminus

maar ook met andere hersenzenuwen. Zo toonde Sheinin (1933) aan dat na sectie van de nervus trigeminus niet alle cellen van de nucleus mesencephalicus chromatolyse ondergingen. Eerder had deze auteur er reeds op gewezen, dat binnen de nucleus mesencephalicus vier celtypen kunnen worden onderscheiden die hij classificeerde als A, B, C en D cellen.

De cellen van het type A, die 50% van de totale kern uitmaken, zijn grote cellen waaraan dikke gemyeliniseerde vezels ontspringen.

Over de C cellen (40%), B en D cellen, die samen 10% vormen van de nucleus mesencephalicus en voornamelijk gelegen zijn in het mesencephalon, ontbreekt iedere informatie omtrent hun functie. Na doorsnijding van de nervus trigeminus vertoonden alleen de A en de C cellen chromatolyse. Op grond hiervan veronderstelde Sheinin (1930) dat niet alle uitlopers van de cellen van de nucleus mesencephalicus zich voegen bij de nervus trigeminus, maar dat een aantal vezels met andere craniale zenuwen meelopen.

Dat dit het geval kan zijn, blijkt uit de experimenten van Lewy, Groff en Grant (1938) en van Dault en Smith (1969). Zij namen bij de kat, respectievelijk na doorsnijding van de nervus facialis en de nervus hypoglossus, chromatolytische veranderingen waar in de cellen van de nucleus mesencephalicus.

Uit de resultaten van de onderzoeken van deze auteurs kan echter niet worden opgemaakt of hier sprake is van alleen sensorische of motorische vezels of zowel van sensorische als motorische vezels.

Bowden en Mahran (1960) veronderstellen dat het in de experimenten van Lewy en medewerkers alleen gaat om motorische vezels waarvan de oorsprong is gelegen in de nucleus mesencephalicus. Met behulp van deze vezels, die meelopen met de nervus facialis worden volgens deze auteurs de intrafusale spiervezels van de faciale spieren geïnnerveerd.

Het is daarentegen wel zeer waarschijnlijk dat in de nervus oculomotorius sensorische vezels lopen die hun cellichaam hebben in de nucleus mesencephalicus (Pearson, 1949 a, b).

Zo vond Freeman (1925) degenererende vezels in de nervus

oculomotorius en de tractus mesencephalicus na extirpatie van de inhoud van de orbita.

Eveneens kon met fysiologische experimenten worden aangetoond dat in de nervus oculomotorius afferente banen lopen (Cooper, 1952; Bach-Y-Rita, 1966).

Zeer recent zijn de waarnemingen van Sivanandasingham en Warwick (1973). Deze auteurs toonden aan dat intracraniale sectie van de nervus oculomotorius resulteerde in bilaterale chromatolytische veranderingen in de nucleus mesencephalicus. Eveneens konden zij aantonen dat de nervus ophthalmicus geen verbinding heeft met de nucleus mesencephalicus. Dit laatste bevestigt de conclusies van May en Horsley (1910) en Kosaka (1912) (zie pag. 14).

C. SAMENVATTING

Bij het heen en weer verplaatsen van de hoektanden in de bovenkaak viel op dat het nooit mogelijk was de responses in de nucleus mesencephalicus nervi trigemini te onderdrukken door de impulsgeleiding van de nervus trigeminus zowel ipsi- als contralateraal te onderbreken.

Deze resultaten gaven aanleiding te veronderstellen dat er — buiten de nervus trigeminus om — extra afferente verbindingen bestaan tussen de receptoren in het parodontaal membraan van de hoektanden in de bovenkaak en de nucleus mesencephalicus nervi trigemini.

Inderdaad konden in de literatuur een aantal waarnemingen worden aangetroffen die deze veronderstelling staven. Eveneens bleek dat, ondanks het feit dat zeer vele onderzoekers zich met de nucleus mesencephalicus hebben bezig gehouden, nog steeds niet duidelijk is wat de functie van deze kern is en of zij alleen sensorische of/en motorische cellen bevat. De onduidelijkheid rond de functie en de samenstelling van deze kern wordt nog vergroot door de uiteenlopende conclusies welke door sommige auteurs aan de chromatolytische veranderingen die in de cellen van deze kern worden waargenomen, zijn verbonden.

Enkel de gegevens uit de literatuur betreffende de nervus

oculomotorius maken het zeer aannemelijk dat met deze zenuw sensorische vezels meelopen die de nucleus mesencephalicus bereiken. Omtrent de andere craniale zenuwen konden geen duidelijke anatomische of fysiologische aanwijzingen worden gevonden om te veronderstellen dat sensorische vezels via deze zenuwen verbinding hebben met de nucleus mesencephalicus.

Op grond van de literatuurgegevens en op grond van oriënterend onderzoek werd besloten tot een meer gericht onderzoek naar het voorkomen van responses in de nervus oculomotorius als gevolg van het heen en weer bewegen van de hoektanden in de bovenkaak in hun tandkassen.

Vervolgens werden een aantal experimenten uitgevoerd met als doelstelling:

- a. na te gaan of de responses afkomstig waren van afferente of van efferente zenuwvezels,
- b. na te gaan waar de oorsprong van deze banen moet zijn gelegen,
- c. na te gaan of een aantal van deze vezels de mediaanlijn kruisen en dus aan de contralaterale zijde de hersenstam betreden.

MATERIAAL EN METHODE

A. MATERIAAL.

Voor het onderzoek werden 18 katten gebruikt van beiderlei geslacht en met een gemiddeld gewicht van 2,5 kg.

Alle experimenten werden uitgevoerd onder narcose (pentobarbital 30 mg./kg. i.p. + atropine 0,1 mg./kg. i.m.).

Om verzekerd te zijn van een nauwkeurige horizontale stand van de kop van het proefdier in het stereotactisch apparaat werd de methode van Kloprogge (1972) gebruikt.

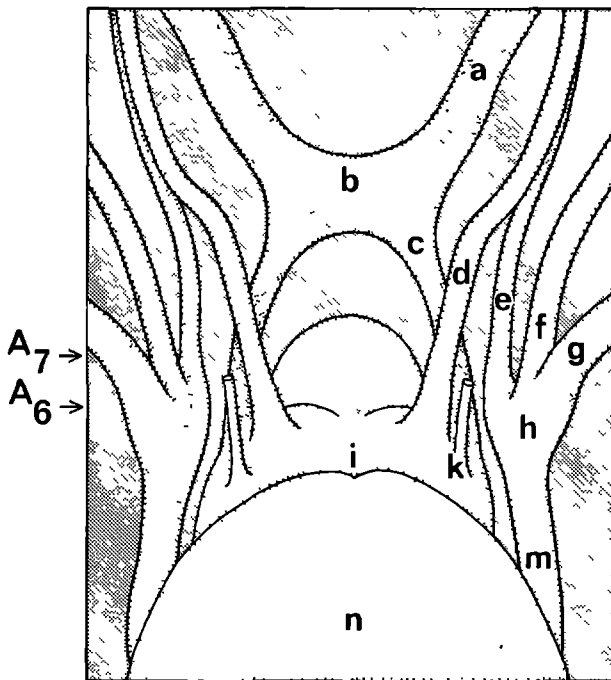
De proeven werden uitgevoerd met zowel de rechter als de linker hoektand van de bovenkaak, omdat alleen de kronen van deze tanden een zodanige vorm hebben dat ze gemakkelijk kunnen worden omvat. De in de nervus oculomotorius af te leiden potentialen werden opgewekt door de hoektanden in hun tandkassen heen en weer te bewegen.

B. ANATOMISCH VERLOOP EN INNERVATIE GEBIED VAN DE NERVUS OCULOMOTORIUS.

De nervus oculomotorius is samengesteld uit somatisch efferente en visceraal efferente componenten. Door de somatische delen worden de extrinsieke oogspieren geïnnerveerd met uitzondering van de musculus rectus lateralis en de musculus obliquus superior. Bovendien innerveert deze zenuw de musculus levator palpebrae superioris.

De visceraal efferente of parasympatische component innerveert de musculus sphincter pupillae en de musculus ciliaris.

De kernen van de somatische vezels zijn gelegen onder de aquaductus



Afb. 1 Schematische weergave van de topografie van de craniale zenuwen (II, III, IV en V) bij de kat, gezien vanaf de craniale basis.

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| a = nervus opticus | g = nervus mandibularis |
| b = chiasma opticum | h = ganglion trigeminale |
| c = tractus opticus | i = pedunculus cerebri |
| d = nervus oculomotorius | k = nervus trochlearis |
| e = nervus ophthalmicus | m = nervus trigeminus |
| f = nervus maxillaris | n = pons |

- A6 = stereotactisch vlak anterior 6
A7 = stereotactisch vlak anterior 7

cerebri ter hoogte van de colliculi superiores en bestaan uit grote cellen. De kern van de visceraal efferente component, gelegen aan het rostrale einde van de somatische kernen is de kern van Edinger-Westphal. De axonen van deze kernen vormen vele kleine fasciculi die door het mesencephalon lopen om ter plaatse van de pedunculus cerebri als nervus oculomotorius aan de hersenen te ontspringen.

De nervus oculomotorius loopt vervolgens verder over de schedelbasis naar rostraal en betreedt via de fissura orbitalis superior de orbita. Direct na binnenkomst in de orbita splitst de zenuw zich op in zijn perifere eindtakken.

Op de plaats waar de nervus oculomotorius het mesencephalon verlaat, is hij 6 à 7 millimeter verwijderd van de nervus trigeminus. Terwijl de nervus oculomotorius op deze plaats praktisch mediaal ligt, bevindt de nervus trigeminus zich vrij ver naar lateraal. Ongeveer 10 millimeter meer naar rostraal gaat de nervus oculomotorius ook naar lateraal lopen om vervolgens samen met de nervus ophthalmicus de hersenschedel te verlaten (Afb. 1).

C. REGISTRATIE TECHNIEK

De opgewekte responses in de nervus oculomotorius werden afgeleid met roestvrij stalen, geïsoleerde naaldelectroden met een diameter van 0,3 mm. De niet geïsoleerde puntdiameter van de naalden bedroeg 0,04 mm.

Alle metingen werden bipolair uitgevoerd, waarbij de onderlinge afstand van de elektroden 1 mm. bedroeg.

De gemiddelde weerstand tussen de naaldelectroden was omstreeks 100K Ω .

De elektroden werden geïmplanteerd aan de hand van Horsley en Clarke stereotactische coördinaten volgens de atlas van Reinoso-Suarez (1961), in de vlakken A (nterior) 6 en A7 (+6, +7), 2,5 mm. lateraal op een gemiddelde diepte van 24 mm. gemeten vanaf het schedeldak.

Voor het implanteren van de naaldelectroden werd in de hoofdhuid van

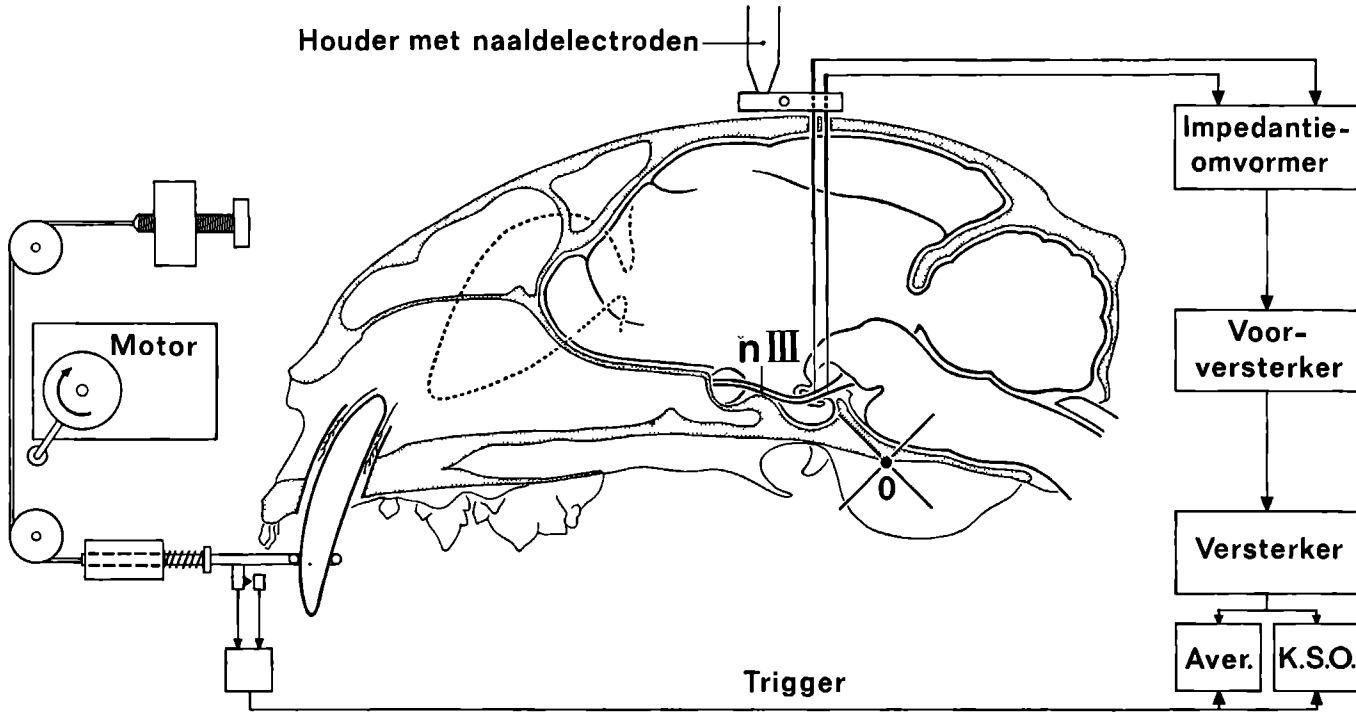
het proefdier in het mediaanvlak een incisie aangebracht. Vervolgens werden de linker en rechter musculus temporalis losgeprepareerd, waarna de stereotactische coördinaten op de schedel werden gemarkeerd. Op deze plaatsen werden de gaten voor de elektroden in de schedel geboord. Deze hadden een diameter van 0,35 mm. Achter de elektroden waren impedantie omvormers geplaatst om alle eventueel optredende kabelartefacten te onderdrukken. Deze impedantie omvormers waren afgesteld op -3 db (Kloprogge, 1973; Klijn, 1973). Dit betekent dat hetingangssignaal 0,7 maal wordt versterkt.

De afgeleide responses werden vervolgens versterkt en geregistreerd door een polygraaf type 2A voorzien van electromyografie versterkers (Ahrend v. Gogh, Amsterdam), waaraan bovendien nog een Tektronix Storage Oscilloscope, type 564 B en een Hewlett Packard 5480B Signal Analyzer waren gekoppeld. De afgeleide responses werden met de Signal Analyzer (averager) 64 maal gemiddeld en vervolgens fotografisch vastgelegd met behulp van een Polaroid camera.

Triggering van de oscilloscope en Signal Analyzer gebeurde door verbreking van een mechanisch contact, bevestigd op de staafconstructie (zie pag. 24), waarmee de hoektand heen en weer werd bewogen (Afb. 2). Om het „bouncing” effect van dit mechanische systeem te onderdrukken was in het trigger-circuit een „gating” opgenomen die gedurende 1,2 sec. de verdere trigger-input van de registratie-apparatuur blokkeerde.

Afb. 2. Schematische weergave van de proefopstelling.

- n. III = nervus oculomotorius
- O = stereotactisch nulpunt
- K.S.O. = kathodestraal oscillograaf
- Aver. = averager



Afb 2

D. METHODE VAN VERPLAATSEN VAN DE HOEKTAND.

Om de tand in zijn tandkas heen en weer te bewegen werd een ring sluitend om de kroon van de hoektand aangebracht. Deze was door middel van een staafconstructie verbonden met een stalen draad. Langs deze draad, waarvan de lengte kon worden ingesteld, liep een puntvormig excentriek dat met een synchroon-motor werd rondgedraaid (Afb. 2).

Alle verplaatsingen werden uitgevoerd met behulp van dit puntvormig excentriek. Alleen voor de bestudering van de opbouw van de responses werden twee anders gevormde excentrieken gebruikt: deze maakten het mogelijk de tand gedurende respectievelijk 80 en 160 msec. in de verplaatste stand te fixeren.

De excentriek draaide met een snelheid van 30 omwentelingen per minuut. Het aantal van 30 omwentelingen per minuut werd bepaald door de „gating” tijd van 1,2 sec. van het trigger-systeem. Dit was nodig om de triggering van de registratie-apparatuur goed te laten verlopen. Werde hieraan niet voldaan, dan startte de averager opnieuw doordat de mechanische trigger opnieuw contact maakte.

Met de gebruikte constructie kon de tand over een variabele afstand worden verplaatst.

In dit onderzoek werden slechts verplaatsingen uitgevoerd van minimaal 0,1 mm en maximaal 0,8 mm. De grootte van de uitgevoerde bewegingen werden gemeten aan de verplaatsingen van het mechanisch triggermechanisme.

De heen en weer gaande bewegingen van de tand werden uitgevoerd in twee richtingen, te weten:

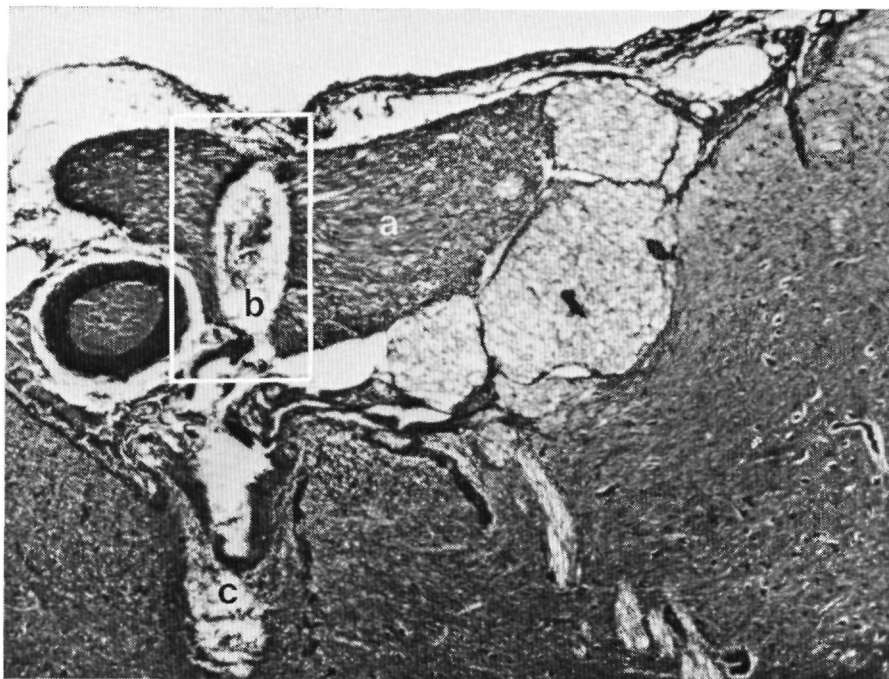
- a. naar labiaal, in een vlak loodrecht op de raaklijn aan de tandboog ter plaatse van de hoektand (richting A),
- b. naar labiaal, in een vlak evenwijdig aan het mediaanvlak (richting B).

E. HISTOLOGISCHE CONTROLE

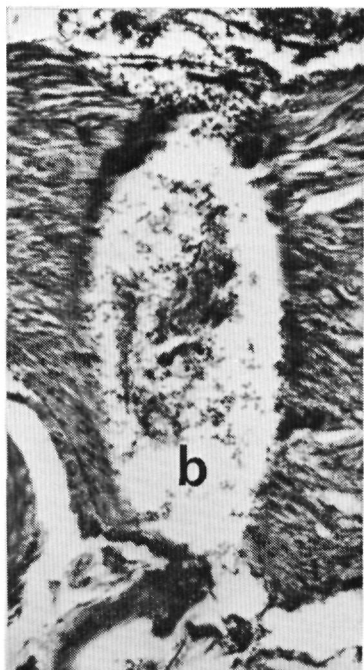
Om de plaatsingen van de elektroden te controleren, werden na beëindiging van de proef door middel van electro-coagulatie laesies aangebracht.

Na afloop van het experiment werd de schedelbasis verwijderd en werden de nervus oculomotorius en de nervus trigeminus vrij geprepareerd. Het preparaat werd vervolgens ter fixatie bewaard in 10% formaline. Na 4 dagen werd de nervus oculomotorius uitgeprepareerd. Hiervan werden vervolgens histologische coupes gemaakt met een dikte van 10 μ m. Iedere 10e coupe werd gekleurd met toluidine blauw volgens Gersh en Bodian (1943).

Alleen de gegevens van die katten, waarvan onomstotelijk was aangetoond dat de naaldelectroden in de nervus oculomotorius gelokaliseerd waren, werden bij het verwerken van de resultaten betrokken (Afb. 3).



(60 x)



(160 x)

Afb. 3. Sagittale doorsnede door de pedunculus cerebri en de nervus oculomotorius.

De coupe werd gekleurd met toluïdine blauw (Kat no.: 5737).

Rechter nervus oculomotorius

- a = nervus oculomotorius
- b = electrolytische laesie in de nervus oculomotorius
- c = steekkanaal van de naaldelectrode

IMPULSEN IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS SAMENHANGEND MET IPSILATERALE STIMULATIE VAN DE HOEKTAND

INLEIDING

Teneinde na te gaan of het heen en weer bewegen van de hoektand in de bovenkaak impulsen veroorzaakte in de nervus oculomotorius werd deze zenuw intracraniaal opgespoord in de stereotactische vlakken A6 en A7. Hiertoe werden deze gebieden over een bepaalde diepte systematisch geëxploreerd.

Met het oog hierop werden 2 naaldelectroden, die waren gevat in de elektrodenhouder van het stereotactisch apparaat, geplaatst op een diepte, 1 mm. hoger als daar waar de nervus oculomotorius kon worden verwacht.

Op deze diepte werd begonnen met de metingen. Hiertoe werd de ipsilaterale hoektand van de af te leiden nervus oculomotorius, 64 maal in richting A (d.i. naar labiaal, loodrecht op de raaklijn aan de tandboog bewogen) (zie pag. 24). De responses werden gemiddeld en fotografisch vastgelegd.

Vervolgens werden de naaldelectroden 0,1 millimeter dieper geplaatst, waarna de tand opnieuw 64 maal werd bewogen.

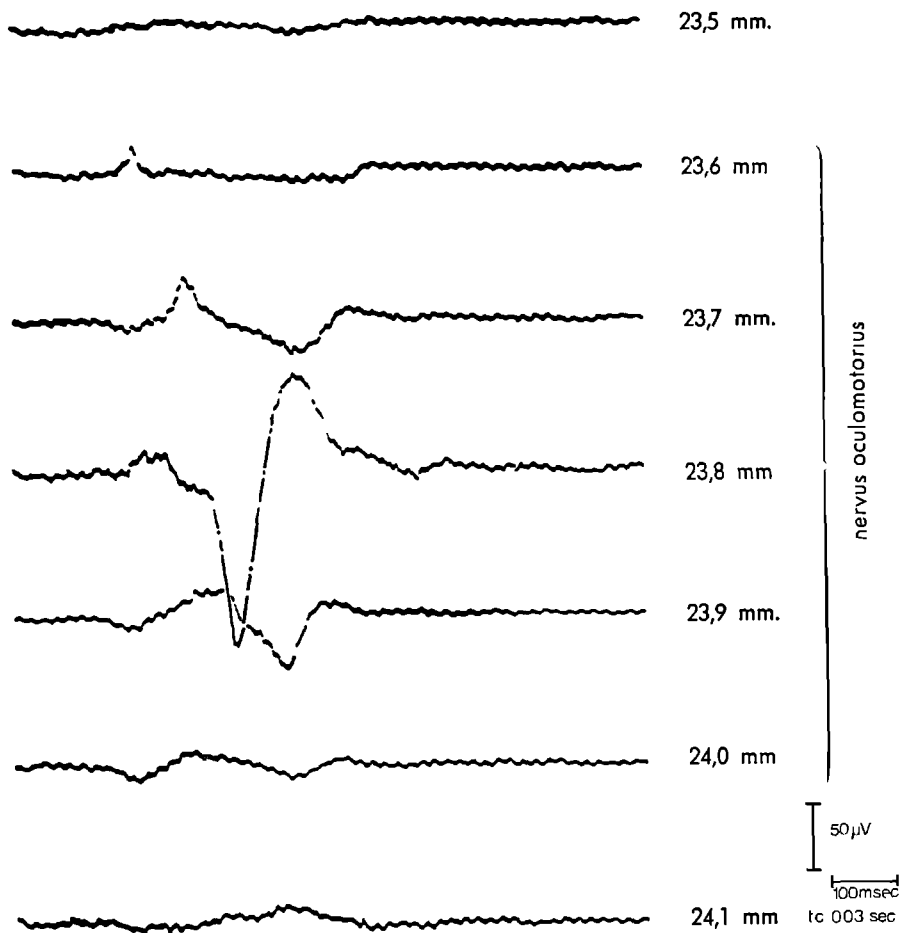
Deze procedure werd iedere 0,1 millimeter dieper herhaald, tot de schedelbasis werd bereikt.

Gedurende deze reeks van metingen werd noch de richting waarin de hoektand werd bewogen noch de grootte van de verplaatsing gewijzigd.

RESULTATEN

De opname series van de responses van de nervus oculomotorius op de

Diepte t o v
schedeldak



Afb 4 Responses van de nervus oculomotorius geregistreerd op verschillende diepten in deze zenuw als gevolg van het heen en weer bewegen van de ipsilaterale hoektand
De responses zijn 64 maal gemiddeld (Kat no 5788).

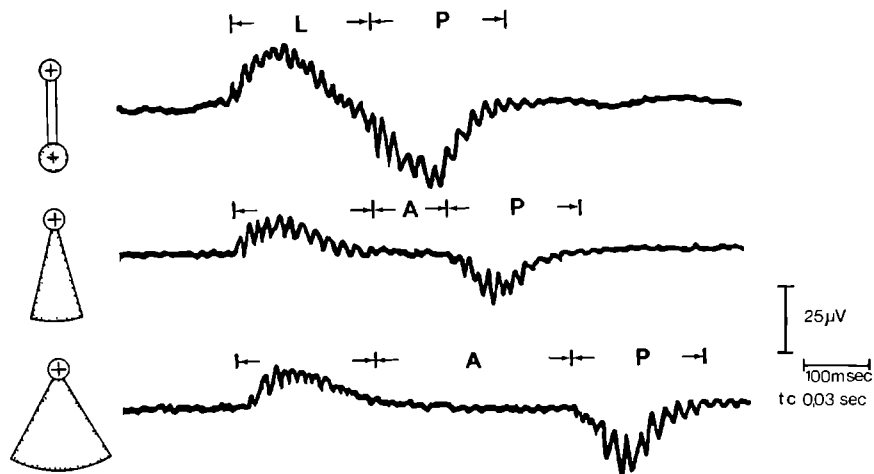
verschillende diepten vertoonden bij alle proefdieren een identiek beeld (Afb. 4).

Zoals aan de hand van de uitgevoerde secties en de histologische coupes kon worden aangetoond, verscheen de eerste response op het moment dat de naaldelectroden de nervus oculomotorius raakten. Gedurende de volgende stappen nam de amplitudo van de response toe om na het bereiken van een maximum weer af te nemen. De plaats van de laatste response correspondeerde met de onderrand van de nervus oculomotorius.

De response was opgebouwd uit 2 delen (Afb. 5.) Hiervan werd deel L veroorzaakt door de beweging die de tand uitvoerde naar labiaal (L) terwijl deel P zijn oorsprong vond in het bewegen van de tand in palatinale (P) richting, terug naar zijn uitgangspositie. Gedurende de tijd, dat de tand met behulp van de andere excentrieken (zie pag. 24) in de verplaatste stand werd gefixeerd (A), kon geen activiteit worden waargenomen.

Zowel de amplitudo van de response als de vorm bleken afhankelijk te zijn van 2 factoren:

1. de richting waarin de tand werd verplaatst,
(Richtings gevoeligheid)
 2. afstand waarover de tand werd verplaatst.
(Plaats afhankelijkheid)
- ad. 1. Nadat de zenuw stapsgewijs was geëxploreerd met verplaatsingen in de richting A, werd dezelfde procedure herhaald in de richting B. De maximale responses van de richtingen A en B bleken op een andere plaats binnen de zenuw gelokaliseerd te zijn.
- ad. 2. De amplitudo van de response van de nervus oculomotorius nam toe naarmate de tand over een grotere afstand die varieerde van 0,1 mm tot 0,8 mm werd verplaatst. (Afb. 6.).

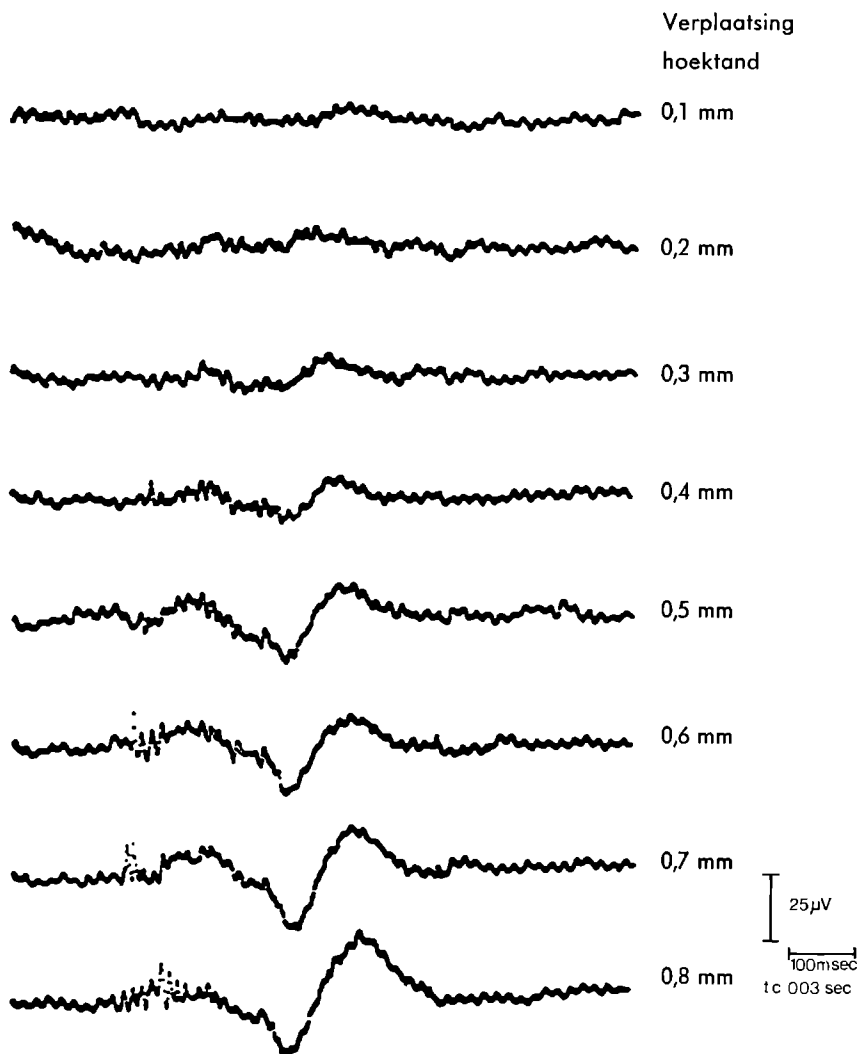


Afb. 5. Responses van de nervus oculomotorius als gevolg van stimulatie van de ipsilaterale hoektand met behulp van drie verschillende excentrieken.

Deel L van de response ontstaat als gevolg van de beweging die de tand in labiale richting uitvoert terwijl deel P van de response ontstaat als gevolg van de beweging die de tand uitvoert naar palatinaal.

Deel A van de response ontstaat gedurende de tijd dat de tand in zijn uiterste labiale stand wordt gefixeerd. De tijdsperioden A werden gevarieerd met behulp van de verschillende excentrieken.

De responses zijn 64 maal gemiddeld (Kat no. 5743).



Afb. 6. Responses van de nervus oculomotorius in relatie tot de grootte van de verplaatsing van de ipsilaterale hoektand. De verplaatsingen werden uitgevoerd in richting A.

De responses zijn 64 maal gemiddeld (Kat no. 5772).

In de nervus oculomotorius kunnen responses worden afgeleid die samenhangen met het verplaatsen van de ipsilaterale hoektand in de bovenkaak bij de kat.

De amplitudo van deze responses is enerzijds sterk afhankelijk van de mate waarin de hoektand wordt bewogen en anderzijds van de richting waarin de tand wordt verplaatst.

De responses zijn complex van opbouw. Dit wordt veroorzaakt doordat met behulp van de gebruikte naaldelectroden alleen maar veldpotentialen kunnen worden geregistreerd. Deze veldpotentialen zijn het gevolg van activiteiten van verschillende zenuwvezels die allen een verschillend actiepatroon kunnen hebben. Bovendien speelt de ruimtelijke configuratie van deze vezels binnen de nervus oculomotorius ten opzichte van de plaats van de afleidelectroden een belangrijke rol in de vormgeving van de response.

Het meest opvallende aan de response is, dat de delen L en P die beiden ontstaan gedurende de tijd dat de tand wordt verplaatst, tegengesteld van polariteit zijn. Hierop wordt thans niet verder ingegaan.

CENTRIPUTALE OF CENTRIFUGALE GELEIDING IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS ALS GEVOLG VAN HET BEWEGEN VAN DE HOEKTAND

INLEIDING

De in hoofdstuk III beschreven proeven geven geen antwoord op de vraag of de afgeleide responses in de nervus oculomotorius afkomstig zijn van afferente of van efferente zenuwvezels.

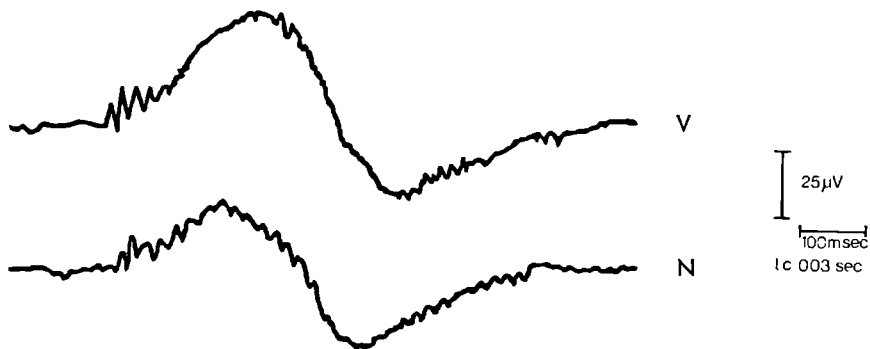
Theoretisch is het namelijk mogelijk dat door het bewegen van de hoektand impulsen worden opgewekt die via de nervus trigeminus verlopen en die via een reflexboog de vezels van de nervus oculomotorius activeren.

Om na te gaan of de geregistreerde responses afkomstig waren van afferente of van efferente zenuwvezels in de nervus oculomotorius werd het volgende experiment uitgevoerd.

Bij 3 proefdieren werd à vu de nervus oculomotorius doorgesneden centraal van de elektroden. Hiertoe werd een gedeelte van de hersenschedel verwijderd waarna de onderliggende hersenmassa werd weggezogen, tot de nervus oculomotorius vrij kwam te liggen.

RESULTATEN

Doorsnijding van de nervus oculomotorius centraal van de elektroden had slechts minimaal effect op de response (Afb. 7). De geringe verandering van de response wordt geweten aan een kleine verplaatsing van de zenuw ten opzichte van de naaldelectroden als gevolg van de doorsnijding.



Afb. 7. Responses van de nervus oculomotorius voor (V) en na (N) doorsnijding van deze zenuw, centraal van de afleidelectroden.
De responses zijn 64 maal gemiddeld (Kat no.: 5796).

CONCLUSIE

De in de nervus oculomotorius afgeleide responses, als gevolg van het bewegen van de hoektand, zijn van afferente oorsprong.

EXPERIMENTEN TER BEPALING VAN DE OORSPRONG VAN DE IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS AFGELEIDE RESPONSES

INLEIDING

Uit de voorafgaande experimenten (hoofdstuk III en IV) kan niet met zekerheid worden afgeleid wat de exacte herkomst is van de responses in de nervus oculomotorius.

Er kan slechts worden geconcludeerd dat de responses van afferente oorsprong zijn.

Theoretisch zijn verschillende bronnen mogelijk:

- a. receptoren gelegen in de structuren in de orbita.

Het is namelijk niet uitgesloten dat door het bewegen van de hoektand delen van de orbita gaan meebewegen. Hierdoor zouden receptoren in de orbita structuren geprikkeld kunnen worden.

Bij 3 proefdieren werd de inhoud van de orbita volledig verwijderd om na te gaan of dit invloed had op de responses in de nervus oculomotorius.

- b. receptoren gelegen in de marginale gingiva en de gingiva gelegen op de buccale en palatinale botpartijen van het gebitselement dat werd verplaatst.

Het is namelijk niet uitgesloten dat door het bewegen van de hoektand receptoren in de genoemde structuren, met name in de marginale gingiva worden gestimuleerd.

Bij dezelfde proefdieren als onder a werden de marginale gingiva en de gingiva van de buccale en palatinale botpartijen weggeprepareerd ten einde na te gaan of dit van invloed was op de responses in de nervus oculomotorius.

- c. receptoren gelegen in het parodontaal membraan.

Deze werden beschouwd als de meest waarschijnlijke bron van de responses in de nervus oculomotorius. Indien er druk- of

rekreceptoren in dit membraan zijn gelegen zullen zij met zekerheid worden geactiveerd bij het heen en weer bewegen van de tand. Het is echter niet mogelijk dit membraan te vernietigen zonder extractie van de tand.

d. receptoren gelegen in de tandpulp.

In de fysiologie wordt thans algemeen aangenomen, dat in de pulpa van de tand alleen pijnreceptoren voorkomen (Pfaffman, 1939 a, b; Ness, 1954; Kawamura, 1966) en dat hierin geen drukgevoelige receptoren zijn gelegen. Daarom werd de tandpulp als bron van de responses in de nervus oculomotorius uitgesloten. Bij geen der proefdieren werd daarom de pulpa van de tand die werd verplaatst, verwijderd.

Bovendien werd bij dezelfde proefdieren als onder a en b onderzocht of de in de nervus oculomotorius afgeleide responses konden worden onderdrukt door een lokaal-anaestheticum aan de apex van de hoektand in te spuiten (0,2 cc. van een 10% procaine oplossing).

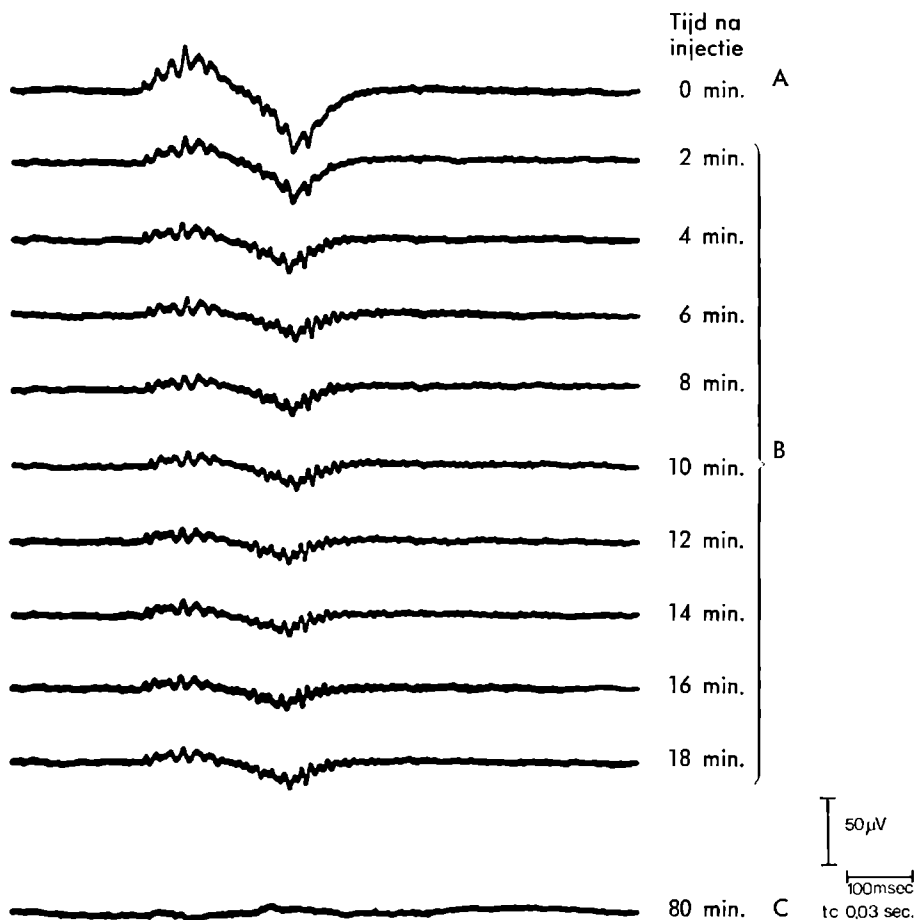
RESULTATEN

Bij geen der proefdieren veranderden de responses na totale verwijdering van de inhoud van de orbita. Ook het wegprepareren van de marginale gingiva en de gingiva gelegen op de buccale en palatinale botpartijen van de verplaatste tanden beïnvloedde de responses op generlei wijze.

Wel konden de responses, bij die katten waarbij de omliggende gingiva was weggeprepareerd, volledig worden onderdrukt, door een lokaal-anaestheticum aan de apex van de tand te spuiten (Afb. 8).

CONCLUSIE

Aangezien verwijdering van de inhoud van de orbita geen invloed heeft op de responses wordt geconcludeerd dat de in de nervus oculomotorius afgeleide signalen hun oorsprong moeten vinden in de



Afb. 8. Onderdrukking van de responses in de nervus oculomotorius door middel van een lokaal-anaestheticum geïnjecteerd aan de apex van de hoektand (0,2 cc van een 10% procaine oplossing).

- A. response van de nervus oculomotorius vóór het toedienen van het lokaal-anaestheticum.
- B. responses van de nervus oculomotorius geregistreerd ná respectievelijk 2, 4, 6 etc. minuten na het toedienen van het lokaal-anaestheticum.
- C. response van de nervus oculomotorius 80 minuten na het toedienen van het lokaal-anaestheticum.

De responses werden 64 maal gemiddeld (Kat no. 5737).

structuren die de tand omgeven. Daar echter ook verwijdering van zowel de marginale gingiva als ook de gingiva gelegen op de buccale en palatinale botpartijen geen veranderingen in de responses teweegbrengt, wordt geconcludeerd dat de receptoren, die verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van de responses in de nervus oculomotorius, gelegen zijn in het parodontaal membraan.

Het feit dat — na verwijdering van de bovengenoemde structuren — met behulp van een lokaal-anaestheticum de in de nervus oculomotorius afgeleide responses kunnen worden onderdrukt, geeft extra ondersteuning aan de boven getrokken conclusie omtrent de oorsprong van het signaal.

IMPULSEN IN DE NERVUS OCULOMOTORIUS SAMENHANGEND MET CONTRALATERALE STIMULATIE VAN DE HOEKTAND

INLEIDING

Bij de tot nu toe uitgevoerde experimenten werden alleen responses geregistreerd van de nervus oculomotorius ipsilateraal van de gestimuleerde hoektand. In 8 experimenten werd nagegaan of ook door prikkeling van de contralaterale hoektand responses in de nervus oculomotorius konden worden waargenomen.

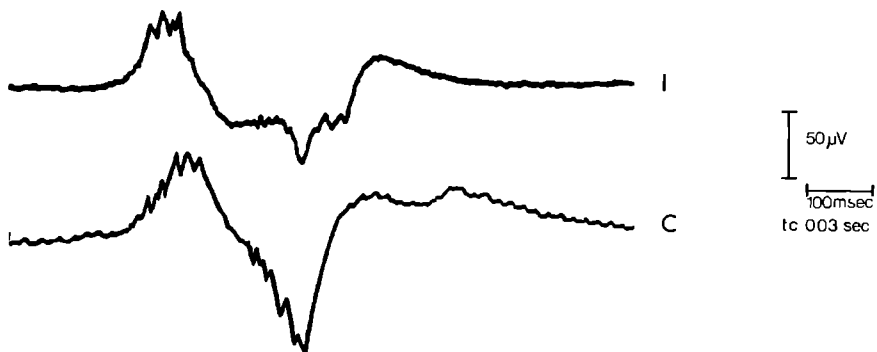
RESULTATEN

In alle gevallen kon bij het verplaatsen van de contralaterale hoektand een response in de nervus oculomotorius worden waargenomen.

Bij 3 proefdieren was de amplitudo van de response bij contralaterale stimulatie groter dan bij ipsilaterale. Bij 1 proefdier bleef de response gelijk terwijl bij de overige 4 de response bij contralaterale stimulatie kleiner was dan bij ipsilaterale (Afb. 9).

CONCLUSIE

Op grond van de uitgevoerde experimenten wordt geconcludeerd dat een aantal zenuwvezels, die in het parodontaal membraan ontspringen het mediaanvlak kruist en een aantal niet. Over de verhouding van het aantal gekruiste en niet gekruiste vezels kan op grond van de amplitudo van de afgeleide responses geen uitspraak worden gedaan.



Afb. 9. Responses van de nervus oculomotorius.

I. response van de nervus oculomotorius als gevolg van ipsilaterale stimulatie
(rechter hoektand → rechter nervus oculomotorius).

C. response van de nervus oculomotorius als gevolg van contralaterale stimulatie
(linker hoektand → rechter nervus oculomotorius).

De responses werden 64 maal gemiddeld (Kat no. 5743).

SAMENVATTENDE CONCLUSIE VAN DE HOOFDSTUKKEN III t.m. VI

Door het heen en weer bewegen van de hoektand in de bovenkaak van de kat worden receptoren in het parodontaal membraan geactiveerd. Deze receptoren staan in verbinding met zenuwvezels, die een verschillend verloop hebben: een deel volgt de ipsilaterale nervus oculomotorius en een deel kruist de mediaanlijn en voegt zich bij de contralaterale nervus oculomotorius. Als gevolg hiervan wordt iedere hoektand zowel door zenuwvezels van de linker als de rechter nervus oculomotorius geïnnerveerd.

De responses in de nervus oculomotorius vertonen een complex beeld waarvan de vorm en de amplitudo afhankelijk zijn van de richting en de mate van verplaatsing van de hoektand.

DISCUSSIE

Het orofaciale gebied heeft een bijzonder gecompliceerde innervatie waaraan door bijna alle craniale zenuwen wordt deelgenomen. Gezien echter het grote aantal organen en orgaanstructuren dat in dit gebied is gelegen en de vele functies die met deze structuren gelijktijdig kunnen worden uitgevoerd, is een dergelijke gecompliceerd innervatiepatroon niet verwonderlijk.

Algemeen wordt aangenomen dat alle sensorische informatie vanuit de tandpulpa, het parodontaal membraan en de gingiva via de verschillende takken van de nervus trigeminus naar het centrale zenuwstelsel wordt doorgegeven (House, 1967; Brodal, 1969).

In de huidige studie kon worden aangetoond dat de afferente banen, die vanuit het parodontaal membraan van de hoektand naar het centrale zenuwstelsel lopen, niet alleen via de takken van de nervus trigeminus lopen maar ook via de nervus oculomotorius, ipsi- en contralateraal. Dit gegeven vormt een nieuw facet in de innervatie van het tandkaakstelsel.

Langs welke weg deze afferente banen de afleidelectroden in de nervus oculomotorius bereiken, is nog onbekend. Een mogelijkheid is dat de vezels na doorboring van de lamina dura van de tandkas lopen langs de laterale neuswand. Dat de zenuwvezels via de wand of de bodem van de orbita gaan is onwaarschijnlijk omdat kon worden aangetoond dat totale verwijdering van de inhoud van de orbita geen enkele invloed had op de response. Hieruit volgt, dat de vezels vanuit het parodontaal membraan zich pas intracraniaal, ter hoogte van de fissura orbitalis superior, bij de nervus oculomotorius voegen.

Het precieze verloop van deze vezels alsmede de plaats waar ze eindigen in het centrale zenuwstelsel kan slechts door neuro-anatomisch onderzoek worden bepaald.

Een interessante bevinding van het huidige onderzoek is dat een aantal vezels van de nervus oculomotorius die welke vanuit het parodontaal membraan naar het centrale zenuwstelsel lopen of extracraniaal of intracraniaal de mediaanlijn kruisen.

Ondanks vele uitgebreide fysiologische en anatomische onderzoeken is nooit aangetoond dat zenuwbundels van de nervus trigeminus de mediaanlijn kruisen (Corbin, 1940 b).

Wel blijkt het dikwijls nodig om bij patiënten bij wie tandheelkundige ingrepen aan één zijde van het bovenfront worden uitgevoerd — naast de ipsilaterale anaesthesie — eveneens een depôt contralateraal in te spuiten en wel omdat er een rest sensibiliteit blijft bestaan.

Mogelijkerwijs houdt dit verband met het gekruiste verloop van een aantal vezels van de nervus oculomotorius.

Bij het afleiden in de nervus oculomotorius konden alleen gedurende het moment van bewegende responses worden afgeleid.

Het feit dat gedurende de tijd dat de tand in zijn verplaatste stand werd vastgehouden geen responses konden worden afgeleid betekent echter niet dat gedurende deze tijd geen receptoren worden geactiveerd. Zoals in de fysiologie bekend, activeert een constant aangehouden prikkel slechts weinig receptoren, hetgeen ertoe leidt dat de responses onmeetbaar worden voor de door ons gebruikte registratie techniek.

De vraag of hier sprake is van druk- of rek-receptoren of on/off receptoren kan alleen worden beantwoord door intra- of extracellulaire metingen uit te voeren in de zenuwvezels van de nervus oculomotorius.

In dit onderzoek is aangetoond dat de tand richtingsgevoelig is. Het onderzoek verschaft echter geen informatie over de vraag of de tand voor één richting gevoeliger is dan voor een andere. Hierop zal in DEEL II van dit proefschrift worden teruggekomen.

Naar onze mening worden bij het verplaatsen van de tand in verschillende richtingen ook verschillende groepen receptoren in het parodontaal membraan geactiveerd. Dit is af te leiden uit het feit dat

de maximale responses voor de verschillende richtingen ook op verschillende diepten in de nervus oculomotorius gelokaliseerd zijn. Door dit mechanisme wordt het centrale zenuwstelsel geïnformeerd over de bewegingsrichting. Bovendien wordt het zenuwstelsel geïnformeerd over de mate van verplaatsing.

Volgens de opvatting van een aantal onderzoekers (Sherrington, 1917; Jerge, 1963a, 1964) dienen de druk- c.q. rekreceptoren in het parodontaal membraan uitsluitend om — bij overschrijding van een bepaalde druk op de gebitselementen — via een reflexbaan de kaaksluiters te inhiberen.

Dit lijkt ons een te simplistische opvatting gezien het feit dat uit onze onderzoeken blijkt dat het centrale zenuwstelsel zeer gedifferentieerde informatie ontvangt over zowel de bewegingsrichting als over de afstand waarover de tand wordt verplaatst.

Naar onze mening zou het receptorsysteem van het parodontaal membraan dan ook kunnen fungeren binnen een complex regelsysteem voor het bijsturen van de bewegingen van de onderkaak bij het kauwen.

Dit probleem wordt in DEEL II van dit proefschrift behandeld.

REFLECTOIRE BEINVLOEDING VAN DE KAUWSPIEREN
DOOR STIMULATIE VAN
RECEPTOREN IN HET PARODONTAAL MEMBRAAN

ALGEMENE INLEIDING

Zoals in de voorafgaande hoofdstukken van DEEL I werd beschreven worden de impulsen van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan van de hoektanden in de bovenkaak bij de kat via twee craniale zenuwen geleid naar het centrale zenuwstelsel. Dit gebeurt, enerzijds via zenuwvezels van de nervus trigeminus (Pfaffman, 1939 a, b; Corbin, 1940 a, b) en anderzijds met behulp van ipsi- en contralaterale vezels van de nervus oculomotorius zoals de resultaten uit DEEL I uitwezen.

Eveneens kon worden aangetoond dat via de ipsi- en contralaterale nervus oculomotorius het centrale zenuwstelsel informatie ontvangt van de receptoren in het parodontaal membraan, zowel over de richting waarin de hoektand wordt verplaatst, als wel over de grootte van de verplaatsing.

Op grond van deze gegevens wordt door ons verondersteld dat bij het drukken tegen de hoektand c.q. het verplaatsen van de hoektand in zijn tandkas in één bepaalde richting, een specifiek aantal receptoren wordt geactiveerd.

Uit de onderzoeken van Pfaffman (1939 a, b) valt af te leiden dat het centrale zenuwstelsel ook via de ipsilaterale nervus trigeminus informatie ontvangt, vanuit het parodontaal membraan van de hoektand over de richting waarin de tand wordt bewogen.

Welke functies respectievelijk aan de nervus oculomotorius en de nervus trigeminus zijn toebedeeld in het innervatiepatroon van het parodontaal membraan van de hoektand, is niet bekend.

Reeds meerdere onderzoekers hebben getracht een antwoord te geven op de vraag wat de functies zijn van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan. Zo wordt door Sherrington (1917) aangenomen dat de receptoren in het parodontaal membraan in

dienst staan van een beschermingsreflex, welke door hem de openingsreflex genoemd werd. Deze reflex wordt opgeroepen wanneer door contractie van de elevatoren van de kaak tijdens het kauwen te grote krachten worden uitgeoefend op de tanden en het palatum. Om nu beschadiging van de structuren van het parodontaal membraan, de tanden en de gingiva te voorkomen treedt deze reflex in werking; daardoor worden de sluitspieren geïnhibeerd en de openers aangezet tot contractie. Deze reflex werkt dus naar analogie van de myotatische reflex.

Eschler (1955, 1961) kon aantonen dat de toestand van het parodontaal membraan van directe invloed is op de tonus van de kauwspieren. Overbelasting en pathologische processen van het parodontaal membraan veroorzaken volgens deze auteur spasmen van de elevatoren van de kaak.

In 1964 publiceerde Jerge zijn hypothese over de organisatie van het kauwen. In deze hypothese spelen de drukreceptoren van het parodontaal membraan een belangrijke rol. Het kauwen berust volgens deze onderzoeker op twee reflexen, te weten de openingsreflex en de myotatische reflex van de elevatoren van de kaak (m. temporalis, m. pterygoideus medialis en m. masseter).

De cyclische actie van de openers en sluiters start door het drukken van de voedselbolus op de tanden en het palatum als gevolg van contractie van de sluitspieren. Bij het overschrijden van een bepaalde druk treedt de openingsreflex, uitgaande van de receptoren in het parodontaal membraan, in werking. Het gevolg hiervan is dat door de openingsbeweging de spierspoelen van de kaaksluiters worden gerekt; dit resulteert in een reflectoïre contractie van de kaaksluiters en een gelijktijdige inhibitie van de openers (myotatische reflex). Door de toenemende druk op de gebitselementen en het palatum als gevolg van het opnieuw samentrekken van de sluitspieren, wordt wederom de drempel van de drukreceptoren in het parodontaal membraan overschreden. Dit brengt de openingsreflex opnieuw op gang.

Deze cyclische interactie herhaalt zich totdat alle voedsel is fijngekauwd.

Zoals in de discussie van DEEL I reeds is gesteld valt het zeer te betwijfelen dat alle druk- c.q. rekreceptoren in het parodontaal membraan uitsluitend dienen voor de functies zoals die door Sherrington (1917) en Jerge (1963 b, 1964) zijn beschreven. Zou dit het geval zijn dan zou het centrale zenuwstelsel hoogst waarschijnlijk met veel minder informatie kunnen volstaan dan met de zeer gedifferentieerde informatie die nu, zoals in DEEL I kon worden aangetoond, naar het centrale zenuwstelsel wordt doorgegeven.

Naar onze mening fungeren de receptoren in het parodontaal membraan dan ook niet uitsluitend als aanzetters van de openings-reflex, maar maken een aantal van deze drukgevoelige receptoren deel uit van een stuursysteem dat de bewegingen van de onderkaak zoals die tijdens het kauwen worden uitgevoerd, reguleert.

Dit betekent dat bij stimulatie van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan veranderingen moeten kunnen worden waargenomen in het contractiepatroon van de kauwspieren.

Om deze hypothese te toetsen, werd een onderzoek verricht naar de veranderingen welke in de contractiepatronen van een drietal kauwspieren optreden, wanneer bij de kat de hoektanden in de bovenkaak in verschillende richtingen worden verplaatst.

MATERIAAL EN METHODE

A. MATERIAAL.

Voor het onderzoek werden 16 jonge katten gebruikt van beiderlei geslacht en met een maximaal gewicht van 2,2 kg.

De experimenten werden uitgevoerd onder narcose. Hiervoor werd chloralose urethaan gebruikt (70 mg alpha chloralose/kg i. p. + 0,5 cc. urethaan 25%/kg. i.p.) Dit narcosemiddel werd gekozen omdat dit in tegenstelling tot alle overige narcosemiddelen, geen onderdrukking geeft van de reflexen (Brown en Hilton, 1956). Aan de chloralose urethaan narcose werd geen ander inleidend narcosemiddel vooraf gegeven omdat eigen onderzoek had uitgewezen dat als gevolg hiervan de reflexen werden onderdrukt.

Oriënterend onderzoek had eveneens uitgewezen dat deze onderdrukking der reflexen sterk werd beïnvloed door de diepte van de narcose. Bovendien speelden vooral het gewicht en de ouderdom van het proefdier een belangrijke rol. De beste resultaten werden verkregen met jonge katten.

De proeven werden uitgevoerd met zowel de rechter- als de linkerhoektand van de bovenkaak. De overige gebitselementen van de bovenkaak werden niet in het onderzoek betrokken, enerzijds omdat deze in de bek te ver naar achteren staan en anderzijds omdat de kronen van deze elementen te klein en te conisch van vorm zijn om er een voor de doelstelling adequate druk op te kunnen uitoefenen.

De hoektanden van de onderkaak werden niet in het onderzoek betrokken omdat de onderkaak bij de door ons gevolgde methode niet voldoende gefixeerd kon worden. Hierdoor was het risico dat andere receptormechanismen o.a. receptoren van het kaakgewricht geactiveerd zouden kunnen worden, te groot.

De elektrische veranderingen van de musculus temporalis, de musculus pterygoideus en de musculus masseter werden afgeleid met behulp van 6 monopolaire concentrische naaldelectroden.

Deze naaldelectroden hadden een schachtdiameter van 0,65 mm. en een lengte van 42 mm, type M.C. 065-42 (Ahrend v. Gogh, Amsterdam). Electromyogrammen werden afgeleid van de musculus temporalis (bij 7 proefdieren), de musculus pterygoideus medialis en lateralis (bij 5 proefdieren) en de musculus masseter (bij 4 proefdieren). Dit gebeurde zowel bij de rechter groep van spieren als bij de linker.

Bij het afleiden werden telkens de twee gelijknamige spieren van de rechter- en de linkerzijde van het proefdier tegelijk geregistreerd en vergeleken. Hiertoe werden in ieder van deze spieren drie elektroden geplaatst. Aangezien de elektrische veranderingen in de spieren als gevolg van het verplaatsen van de hoektanden, slechts van zeer lokale aard waren, werden de elektroden na iedere serie verplaatsingen van de hoektanden in verschillende richtingen, op een andere plaats geprikt (zie pag. 51). Zo werden de spieren afgezocht.

De afgeleide elektrische activiteiten werden versterkt en geregistreerd met behulp van een 7-kanaals E.M.G. Unit, type 2A (Ahrend van Gogh, Amsterdam) waaraan een Tektronix Storage Oscilloscope, type 564B was gekoppeld. Naar keuze konden de activiteiten van de verschillende afgeleide spiergroepen via een luidspreker hoorbaar worden gemaakt. Van de 7 electromyografie-kanalen werden 6 kanalen gebruikt ter registratie van de electromyogrammen terwijl het 7e kanaal dienst deed als indicatiekanaal. Hiermee werd het tijdstip waarop tegen de tand werd gedrukt vastgelegd.

De electromyogrammen werden geregistreerd met penschrijvers die lineair zijn tot 100 Hz. Hierdoor is het niet mogelijk een nauwkeurige indruk te krijgen van de opbouw van het myogram door de motor-

unitpotentialen. Hoewel de afleidingen in dit onderzoek geschieden met concentrische naaldelectroden gaat dus de waarde van de afleidingen niet uit boven electromyogrammen, geregistreerd met oppervlakte-electroden.

In de geregistreerde electromyogrammen kan dan ook alleen maar recruitering van motorunits worden afgeleid uit de amplitudo en de dichtheid van het patroon.

Als dan ook in de resultaten wordt gesproken van een toegenomen activiteit dan wordt daarmee bedoeld dat het electromyografische patroon in amplitudo en of dichtheid is toegenomen. Onder afgenomen activiteit wordt het omgekeerde bedoeld.

C. DE RICHTING VAN DE VERPLAATSING

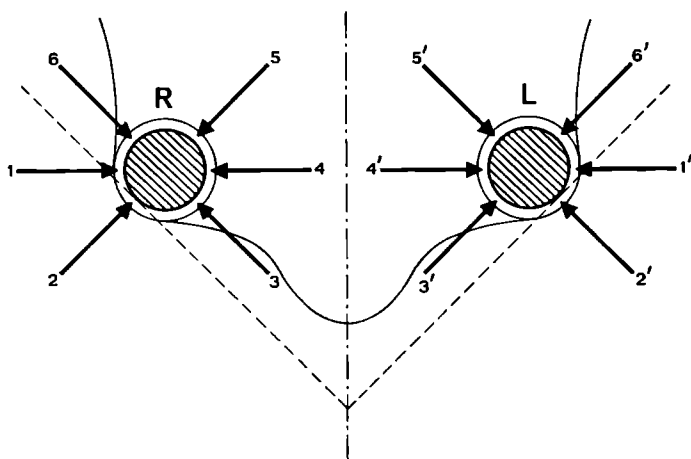
De beide hoektanden van de bovenkaak werden ieder in zes verschillende richtingen verplaatst (Afb. 10).

De richtingen 1 en 4 van de rechterhoektand en 4' en 1' van de linkerhoektand, staan loodrecht op het mediaanvlak. De richtingen 2 en 5 van de rechterhoektand staan evenals 5' en 2' van de linkerhoektand loodrecht op de raaklijn aan de tandboog ter plaatse van het gebitselement. De richtingen 3 en 6 lopen evenwijdig aan de raaklijn van de tandboog ter plaatse van de rechtertand. Voor de richtingen 6' en 3' geldt dit voor de linkerhoektand.

De richtingen 1, 2 en 3 zijn tegengesteld aan respectievelijk 4, 5 en 6. Dit geldt eveneens voor de linkerhoektand. Het verplaatsen van de tand in de richtingen 5 en 5', leverde dikwijls problemen op in verband met de fixatie van de kop van het proefdier in het stereotactisch apparaat.

De verplaatsingen van de gebitselementen werden uitgevoerd met behulp van een veerdrukmeter. Met dit apparaat kon een maximale kracht op de kroon van het element worden aangebracht van 1 kg. De kracht veroorzaakte bij de verschillende proefdieren, afhankelijk van de weerstand van het parodontaal membraan, een verplaatsing

van gemiddeld 0,1 mm. Deze waarde werd bepaald met behulp van de in DEEL I beschreven verplaatsingsunit (zie pag. 24).



Afb. 10. Schematische weergave van de richtingen waarin tegen de hoektanden van de bovenkaak werd gedrukt (Dorsaal aanzicht).

R = rechter hoektand

L = linker hoektand

Het moment waarop tegen de tand werd gedrukt, werd geregistreerd door middel van elektrische contacten welke aan de veerdrukmeter waren bevestigd.

D. TOPOGRAFIE VAN DE ONDERZOCHE SPIEREN

De musculus temporalis

De musculus temporalis vindt haar oorsprong in de fossa temporalis en haar insertie aan zowel de mediale als aan de laterale zijde van de processus coronoideus van de mandibula. Sommige auteurs (Reighard,

1957; Crouch, 1969) verdelen deze spier in 2 lagen, een oppervlakkige en een diepe, waarbij het caudale deel van de oppervlakkige laag soms nog als een afzonderlijk deel wordt beschouwd (Afb. 11).

De musculus pterygoideus medialis

Volgens Crouch (1969) ontspringt de musculus pterygoideus medialis (internus) vanaf de fossa pterygoidea interna en insereert aan de mandibula nabij de processus angularis. Een aantal van zijn vezels voegen zich bij de musculus pterygoideus lateralis.

De musculus pterygoideus lateralis

De musculus pterygoideus lateralis (externus) heeft zijn oorsprong aan de fossa pterygoidea externus en insereert aan de mediale zijde van de mandibula net onder de processus condyloideus (Reighard, 1957; Crouch, 1969).

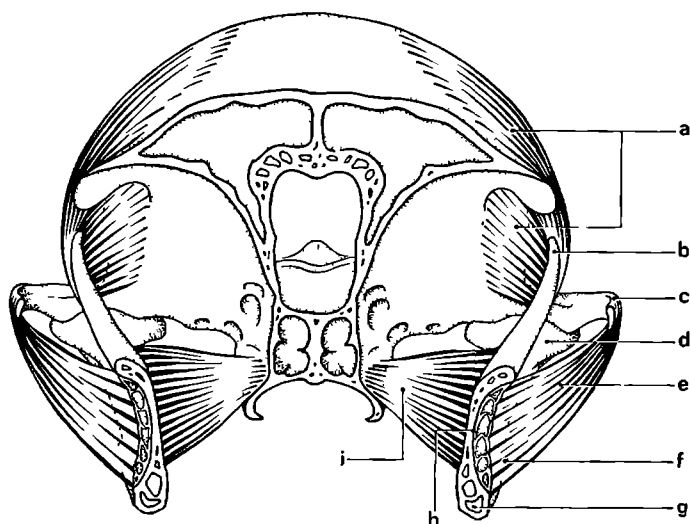
De musculus masseter

De musculus masseter bestaat uit drie lagen die alle hun oorsprong vinden aan het os zygomaticum en de processus zygomaticus van het os temporale. De oppervlakkige en middelste lagen insereren in het ventrale deel van de fossa coronoidea (fossa masseterica) van de mandibula (Afb. 11). De diepe lagen hechten eveneens aan in de fossa coronoidea, maar meer in het caudale deel hiervan.

Daar bij de kat — in tegenstelling tot bij de mens — de musculus pterygoideus medialis en de musculus pterygoideus lateralis dezelfde functie hebben, werd tussen deze beide spiergroepen (Crouch, 1969), geen onderscheid gemaakt.

Daarom wordt bij de weergave van de resultaten, in de conclusie en de discussie tussen deze spiergroepen geen onderscheid gemaakt; er wordt alleen gesproken van de musculus pterygoideus (Afb. 11).

De drie onderzochte spieren worden bij de kat beschouwd als elevatoren van de kaak.



Afb. 11 Schematische weergave van de ligging van een 3-tal kauwspieren bij de kat (Frontaal aanzicht).

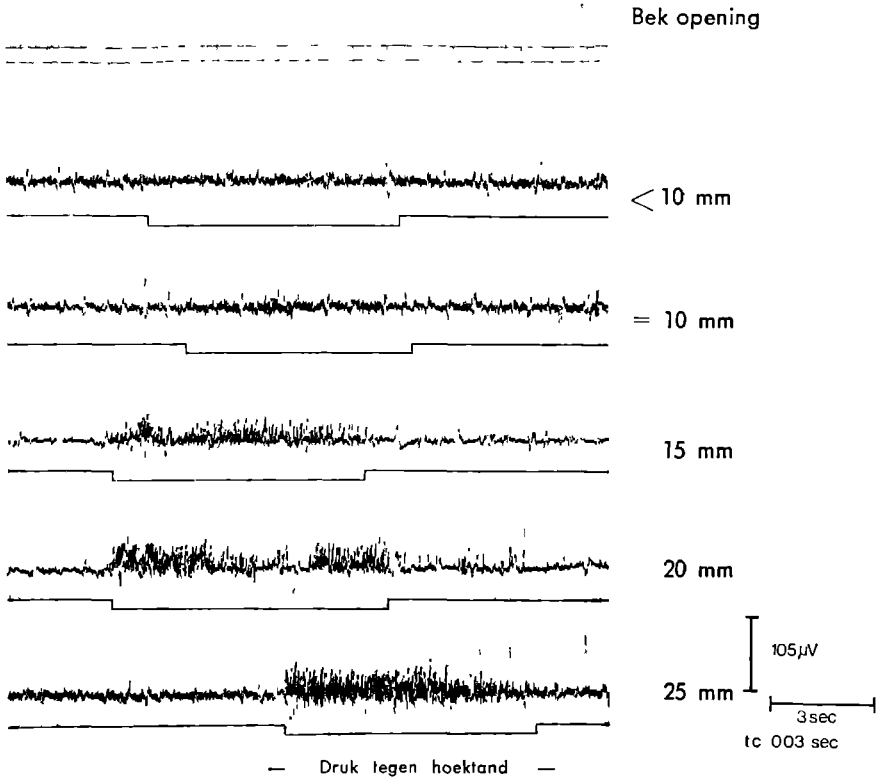
a = musculus temporalis
 b = processus coronoideus
 c = os zygomaticum
 d = processus condyloideus
 e = musculus masseter

f = processus angularis
 g = mandibula
 h = fossa masseterica
 i = musculus pterygoideus

RESULTATEN

DE MUSCULUS TEMPORALIS.

Teneinde na te gaan of er veranderingen optraden in de mate van contractie van zowel de linker als de rechter musculus temporalis, als gevolg van het verplaatsen van de hoektanden in zes verschillende



Afb. 12. Invloed van de bekopening op het contractiepatroon van de musculus temporalis rechts als gevolg van druk tegen de rechter hoektand in richting 1. (Kat no.: 6619).

richtingen, werden van deze spieren electromyogrammen bij 7 proefdieren afgeleid.

Bij alle onderzochte proefdieren konden in beide spieren duidelijke electromyografische veranderingen worden waargenomen.

Om deze electromyografische veranderingen echter te kunnen waarnemen was het noodzakelijk dat de bek van het proefdier over een minimale afstand van 10 mm was geopend. Deze afstand werd gemeten tussen de incisale punten van de hoektanden van onder- en bovenkaak.

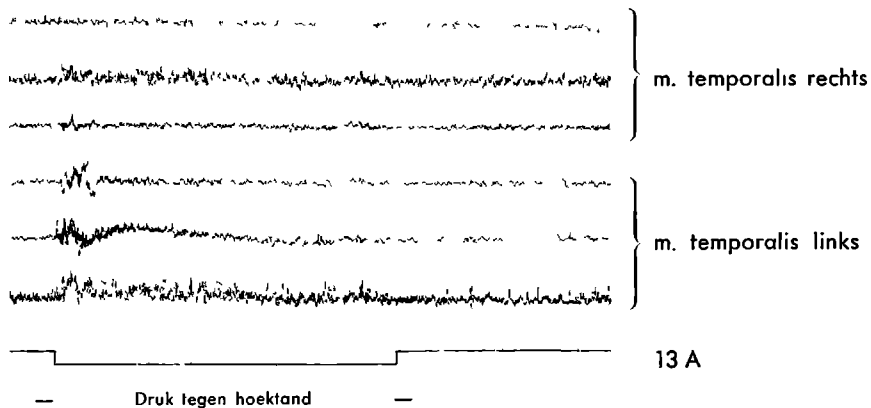
Naarmate de bek van het proefdier verder werd opengesperd werden de veranderingen duidelijker waarneembaar. In deze spieren werden dan steeds electrisch actieve gebieden aangetroffen. De spiervezels daarin verkeerden kennelijk in een continue contractietoestand ook als er niet tegen de tanden werd gedrukt. Het was vooral ook in deze gebieden waarin sterke vermindering van activiteit werd gevonden onder invloed van druk die op de tanden werd uitgeoefend (Afb. 12). Bij 5 proefdieren vertoonden de waargenomen electromyografische veranderingen een hoge mate van overeenkomst. De resultaten bij de andere 2 proefdieren waren niet consistent.

Analyse van de resultaten van deze 5 proefdieren gaf het volgende beeld. Werd de rechter hoektand in richting 1 verplaatst dan kon een contractie van zowel de rechter als de linker musculus temporalis worden waargenomen. Identieke waarnemingen werden gedaan bij het drukken tegen de linker hoektand in de richting 1' (Afb. 13 A, B). Bij het verplaatsen van de hoektanden in de richtingen 2 en 2' traden zowel in de linker als in de rechter musculus temporalis geen veranderingen op.

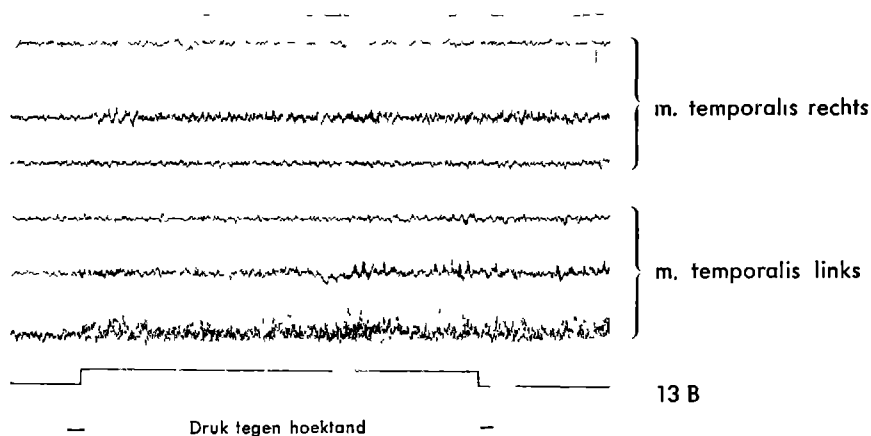
Drukken in de richting 3 veroorzaakte in de rechter musculus temporalis een vermindering van activiteit terwijl in de linker spier geen toe- of afname in de mate van contractie werd gezien (Afb. 13 C).

Afb 13 A, B en C Electromyografische veranderingen in de musculus temporalis rechts en links als gevolg van het drukken in de richtingen 1, 1' en 3 (zie pag 57). (Kat no.: 6619, 6631)

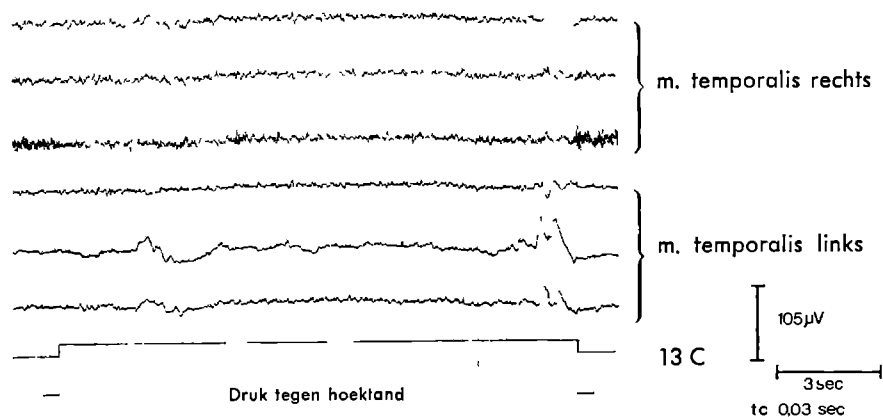
richting 1



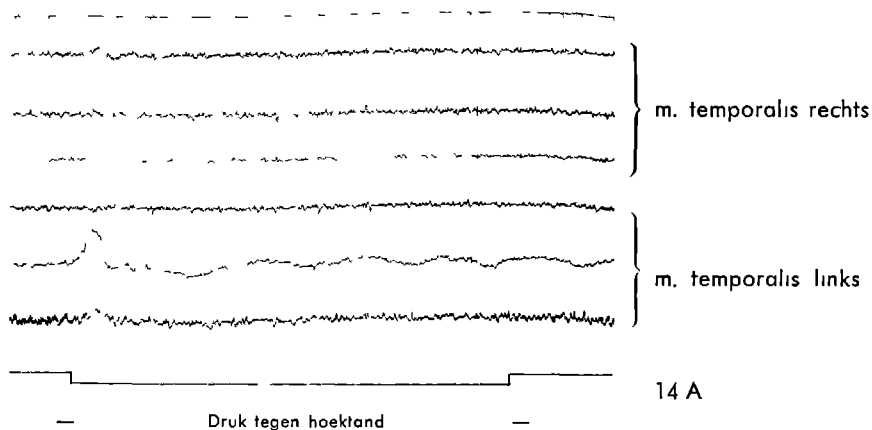
richting 1'



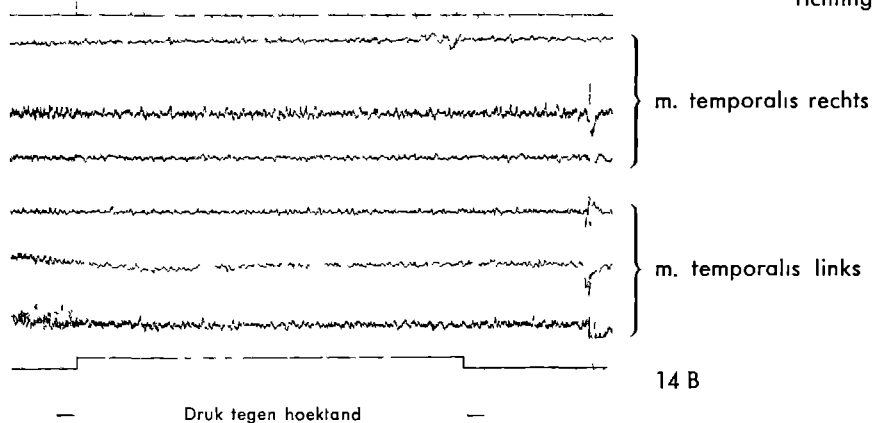
richting 3



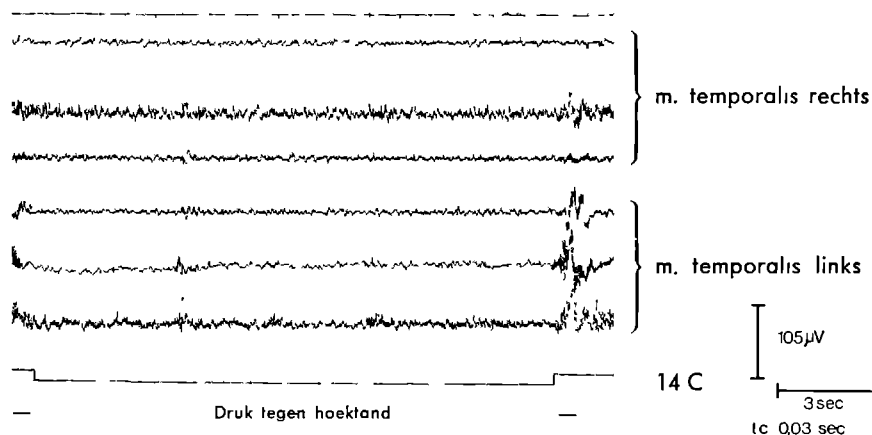
richting 3'



richting 4



richting 4'



Uitoefenen van druk in de richting 3' had contractie vermindering in de linker musculus temporalis tot gevolg; in de rechter afgeleide spier trad geen verandering op (Afb. 14 A).

Bij het drukken tegen de rechter hoektand in richting 4 werd een duidelijke afname van activiteit waargenomen in zowel de musculus temporalis rechts alsmede links (Afb. 14 B). Dezelfde waarnemingen konden worden verkregen bij druk tegen de linker hoektand in richting 4' (Afb. 14 C).

Het verplaatsen van respectievelijk de rechter en de linker hoektanden in de richtingen 5 en 6 en 5' en 6' veroorzaakte geen veranderingen in de electromyogrammen van zowel de linker als de rechter musculus temporalis.

De gevonden resultaten worden schematisch weergegeven in afbeelding 15.

DE MUSCULUS PTERYGOIDEUS.

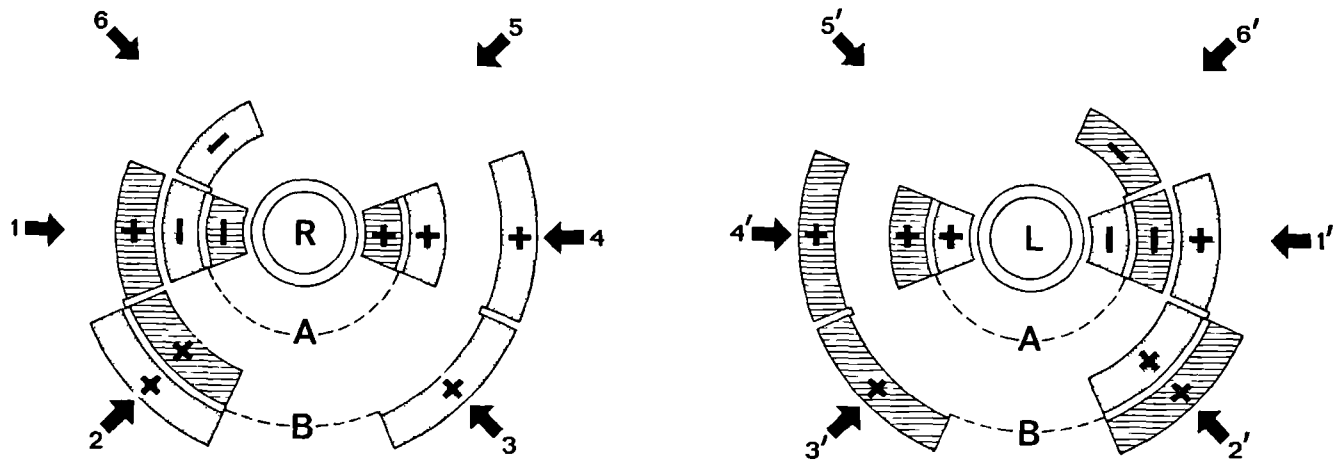
Teneinde na te gaan of er veranderingen optraden in het contractiepatroon van zowel de linker als de rechter musculus pterygoideus, als gevolg van het verplaatsen van de hoektanden in zes verschillende richtingen, werden bij 5 proefdieren van deze spieren electromyogrammen afgeleid.

Bij alle onderzochte proefdieren konden in beide spieren duidelijke electromyografische veranderingen worden waargenomen.

Om deze electromyografische veranderingen echter te kunnen waarnemen was het ook voor deze spieren noodzakelijk dat de bek van het proefdier over een minimale afstand van 10 mm was geopend en ook hier bleken delen van de spier in contractie te verkeren.

Het was vooral in deze gebieden waarin een sterke vermindering van

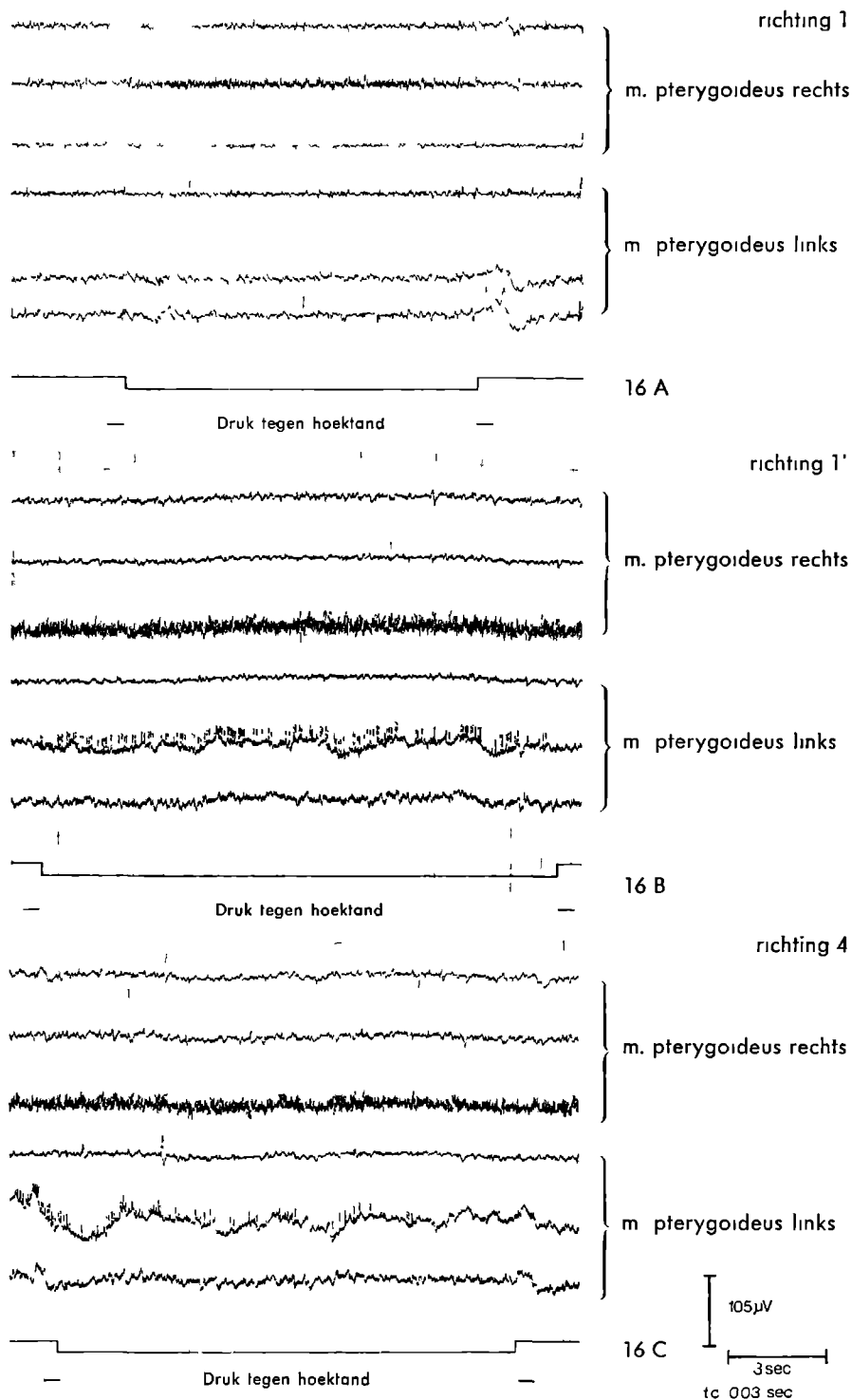
Afb. 14 A, B en C. Electromyografische veranderingen in de musculus temporalis rechts en links als gevolg van het drukken in de richtingen 3', 4 en 4' (zie pag. 58).
(Kat no.: 79, 6631)



Afb. 15. Schematische weergave van de ligging van de receptorvelden rondom de hoektanden (Dorsaal aanzicht).

- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| R = rechter hoektand | puntraster = rechter spier |
| L = linker hoektand | streepraster = linker spier |
| A = musculus temporalis | + = vermeerdering van activiteit |
| B = musculus pterygoideus | - = vermindering van activiteit |

1 t/m 6 en 1' t/m 6' richtingen waarin tegen de tanden werd gedrukt



Afb. 16 A, B en C. Electromyografische veranderingen in de musculus pterygoideus rechts en links als gevolg van het drukken in de richtingen 1, 1' en 4.
(Kat no . 6617, 6638)

activiteit werd gevonden onder invloed van het drukken tegen de tanden.

Evenals bij de musculus temporalis vertoonden de electromyografische veranderingen bij 4 proefdieren een hoge mate van overeenkomst.

Analyse van de resultaten van deze proefdieren bij het drukken in zes verschillende richtingen gaf het volgende beeld.

Werd de hoektand in richting 1 verplaatst dan werd een contractie waargenomen van de musculus pterygoideus rechts. In de linker gelijknamige spier konden geen veranderingen worden geconstateerd (Afb. 16 A). Het verplaatsen van de linker hoektand in de richting 1' resulteerde in een contractie van de linker musculus pterygoideus terwijl het electromyografische beeld van rechts niet veranderde (Afb. 16 B).

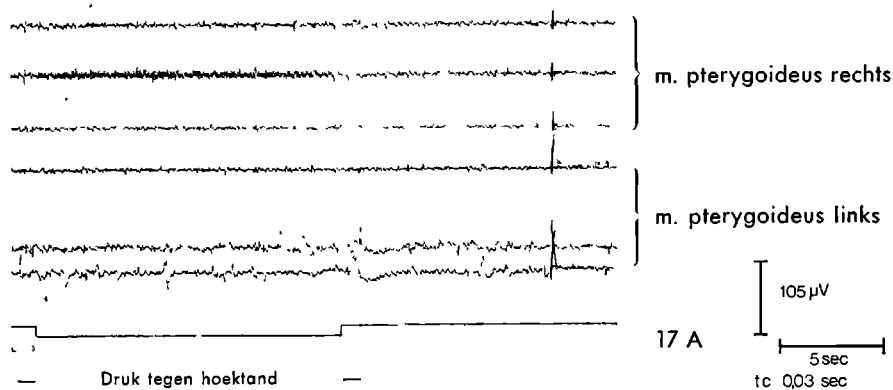
Electromyografisch konden geen veranderingen van de spieren worden waargenomen zowel bij het drukken in de richting 2 als in de richting 3. Ook het verplaatsen van de hoektanden in de richtingen 2' en 3' had geen veranderingen tot gevolg.

Bij het verplaatsen van de rechter hoektand in richting 4 werd een contractie waargenomen van de linker musculus pterygoideus (Afb. 16 C). Werd de linker hoektand verplaatst in richting 4' dan werd een activiteits-vermeerdering waargenomen in de rechter spier (Afb. 17 A).

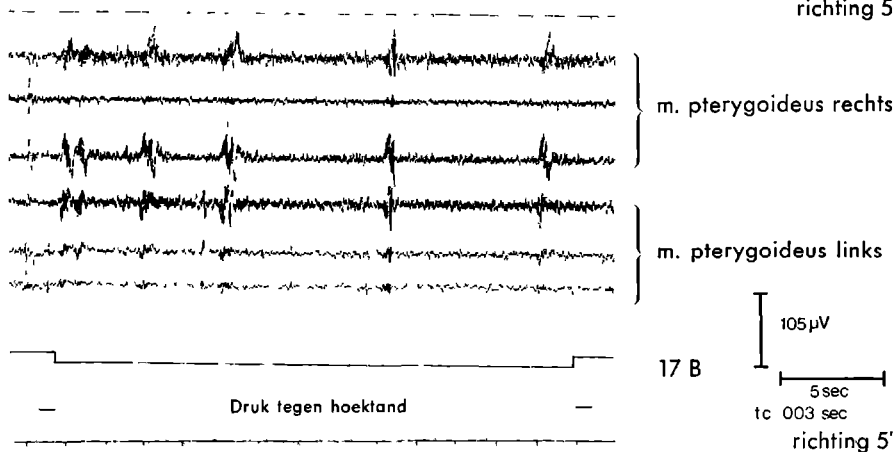
Bij het drukken in de richtingen 5 en 5' werden zowel in de linker als in de rechter musculus pterygoideus contracties waargenomen (Afb. 17 B, C).

Afb. 17 A, B en C. Electromyografische veranderingen in de musculus pterygoideus rechts en links als gevolg van het drukken in de richtingen 4', 5 en 5' (zie pag. 63).
(Kat no.: 6614, 6617)

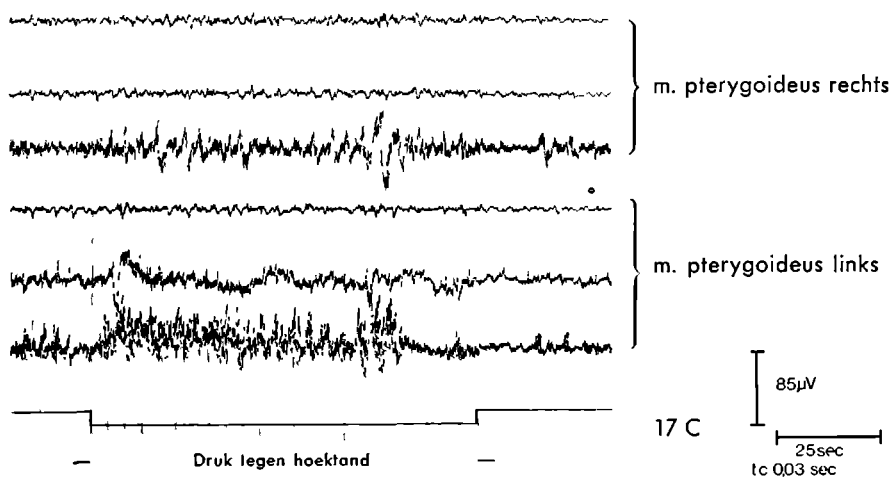
richting 4'

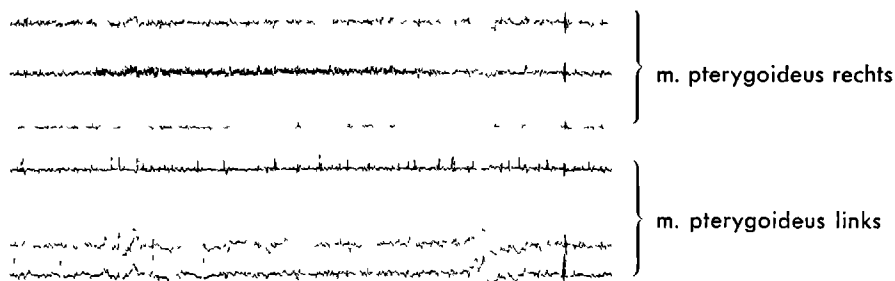


richting 5



richting 5'

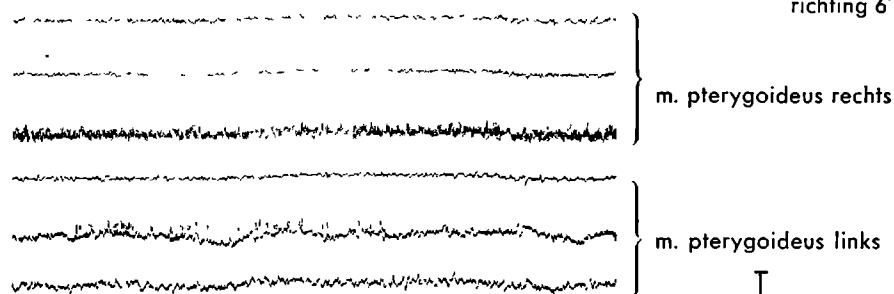




18 A

Druk tegen hoektand

richting 6'



18 B

Druk tegen hoektand

105 μ V

3 sec
tc 0.03 sec

Afb. 18 A en B. Electromyografische veranderingen in de musculus pterygoideus rechts en links als gevolg van het drukken in de richtingen 6 en 6'.

(Kat no.: 6630)

Verplaatsen van de rechter hoektand in richting 6 veroorzaakte een toename van activiteit van de musculus pterygoideus rechts waarbij links geen veranderingen werden geconstateerd (Afb. 18 A). Het verplaatsen van de linker hoektand in de richting 6' resulteerde in een contractie van de linker musculus pterygoideus terwijl het electro-

myografisch beeld van de rechter spier niet veranderde (Afb. 18 B). De gevonden resultaten worden schematisch weergegeven in afbeelding 15.

DE MUSCULUS MASSETER.

Teneinde na te gaan of er veranderingen optraden in de mate van contractie van zowel de linker als de rechter musculus masseter, als gevolg van het verplaatsen van de hoektanden in zes verschillende richtingen, werden bij 4 proefdieren van deze spieren electromyogrammen afgeleid.

Bij alle onderzochte proefdieren konden in beide spieren duidelijke electromyografische veranderingen worden waargenomen.

Ook om in deze spieren veranderingen te kunnen zien was het weer noodzakelijk dat de bek van het proefdier over een minimale afstand van 10 mm was opengesperd.

De electromyografische veranderingen die in deze spieren werden aangetroffen als gevolg van het feit dat de bek van het proefdier werd opengesperd — zonder dat tegen de tanden werd gedrukt — waren veel groter dan bij de eerder onderzochte spieren.

De resultaten van de verschillende proefdieren waren zeer inconsistent en het bleek niet mogelijk te zijn enigerlei verband te vinden met de richtingen waarin tegen de tanden werd gedrukt.

CONCLUSIE

In de drie onderzochte kauwspieren van de kat kunnen in de electromyografische patronen zowel activiteits-vermeerderingen als verminderingen worden waargenomen als gevolg van het drukken tegen de hoektanden in de bovenkaak. Deze electromyografische veranderingen zijn zeer lokaal van aard en komen reflectoïr tot stand. Voorwaarde om deze electromyografische veranderingen te kunnen waarnemen is dat de bek van het proefdier over een minimale afstand van 10 mm, gemeten tussen de incisale randen van de kronen van de hoektanden van onder- en bovenkaak, is geopend.

Naarmate de onderlinge afstand tussen de betrokken elementen groter is, zijn de veranderingen duidelijker waarneembaar.

Als gevolg van het feit dat de bek is opengesperd kunnen in de drie onderzochte spieren electrisch zeer actieve gebieden worden aangetroffen, zonder dat er tegen de tanden wordt gedrukt. De spiervezels in deze gebieden blijken dan in een continue contractietoestand te verkeren.

De waargenomen electromyografische veranderingen van zowel de linker als de rechter musculus temporalis vertonen bij de verschillende proefdieren een hoge mate van overeenkomst, afhankelijk van de richting waarin tegen de tanden wordt gedrukt.

Dit geldt eveneens voor de resultaten van de musculus pterygoideus.

Ofschoon in zowel de linker als in de rechter musculus masseter duidelijke electromyografische veranderingen kunnen worden aangetoond, waren de resultaten niet eensluidend.

De gevonden resultaten doen vermoeden dat in het parodontaal membraan — althans voor de musculus temporalis en de musculus pterygoideus — specifieke reflexogene velden zijn gelegen. Voor de musculus temporalis zijn de richtingen 1 en 4 en 1' en 4' de meest gevoelige. Voor de musculus pterygoideus de richtingen 5 en 5'.

De gevonden resultaten steunen de eerder gestelde hypothese dat een aantal van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan deel uit maken van een stuursysteem. Dit stuursysteem reguleert de bewegingen van de onderkaak, zoals die tijdens het kauwen worden uitgevoerd, door reflectoïr het contractiepatroon van de kauwspieren te beïnvloeden.

DISCUSSIE

De resultaten uit de voorafgaande hoofdstukken tonen aan dat niet alle receptoren van het parodontaal membraan van de hoektand in dienst staan van de openingsreflex zoals beschreven door Sherrington (1917) maar dat een aantal van deze receptoren deel uit maken van een meer gecompliceerd stuursysteem.

Afhankelijk van de richting waarin de hoektanden tijdens het kauwen van voedsel worden belast, worden een aantal receptoren in het parodontaal membraan gestimuleerd. Als gevolg hiervan gaan deze impulsen uitzenden naar het centrale zenuwstelsel waardoor bepaalde spieren in hun activiteit worden geactiveerd en andere geremd. Deze sturing gebeurt reflectoïr. De hypothese welke aan dit onderzoek ten grondslag lag is als volgt geformuleerd (zie pag. 48):

een aantal drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan fungeren niet uitsluitend als aanzetters van de openingsreflex maar een aantal van deze receptoren maken deel uit van een stuursysteem, dat de bewegingen van de onderkaak, zoals die tijdens het kauwen worden uitgevoerd, reguleert.

In het licht van de gevonden resultaten kan deze hypothese naar onze mening nu als volgt worden gespecificeerd:

bedoeld stuursysteem heeft minstens als taak om tijdens het bijten en kauwen de onderkaak ten opzichte van de voedselbolus zodanig te dirigeren dat de benodigde kracht door de beide masseters kan worden uitgeoefend. Gedurende de tijd dat de beide masseters contraheren wordt door sturing van de musculus temporalis en musculus pterygoideus, reflectoïr bewerkstelligd dat de onderkaak niet kan afschuiven. Dreigen gedurende deze tijd de tanden van de voedselbolus af te glijden of dreigt de voedselbolus open te splijten dan wordt door het veranderde drukpatroon tegen de tanden de onderkaak reflectoïr

zodanig bijgestuurd dat er weer optimaal kan worden gekauwd.

Uit ons onderzoek is gebleken dat bij de kat als gevolg van het opensperren van de bek in de onderzochte spier electrisch zeer actieve gebieden kunnen worden aangetroffen. Deze waarnemingen stemmen overeen met die van Abe, Takata en Kawamura (1973). Deze onderzoekers konden, gedurende de tijd dat de bek van het proefdier was opengesperd, impulsen afleiden van efferente vezels van de musculus masseter.

Volgens MacDougall en Andrew (1953) en Carlsöö (1956) contraheren ook bij de mens bij maximale mondopening de musculus temporalis en masseter.

Dat de gevoeligheid van het stuursysteem toeneemt naarmate de bek verder is geopend lijkt ons zeer functioneel. Wanneer de bek namelijk geopend is en de sluiters dus in gerekte toestand verkeren, dan zal bij bijten de ontwikkelde spierkracht groter zijn (Wet van Starling). Wanneer er voor het bijten meer kracht wordt uitgeoefend neemt de kans op afglijden toe. Dit maakt het noodzakelijk dat het stuursysteem gevoeliger en sneller moet reageren.

Naarmate de voedselbolus kleiner wordt, is de bek-opening kleiner, de bijtkracht geringer, en de kans op afglijden minder. Hierdoor mag het stuursysteem ongevoeliger zijn. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het feit dat de door ons waargenomen veranderingen alleen optraden bij een bek-opening van minimaal 10 mm.

De regulering van de gevoeligheid van het stuursysteem kan theoretisch zowel op perifeer als op centraal niveau plaatsvinden.

In het eerste geval wordt verondersteld dat de prikkeldrempel van de receptoren in het parodontaal membraan wordt veranderd onder invloed van impulsen afkomstig van centrifugale banen. Dit receptorsysteem zou dan op een manier worden gereguleerd analoog aan de regulatie van de spierspoelen (Boyd, 1961; Matthews, 1964) en de retina (van Hasselt, 1972).

In het tweede geval wordt verondersteld dat de regulatie van het

systeem centraal plaats vindt en wel met inschakeling van interneuronen. Dat dit laatste het geval is, is zeer aannemelijk omdat zover bekend alleen de myotatische reflexen monosynaptisch zijn. Reeds door Jerge (1963 b, 1964) werd verondersteld dat bij de openingsreflex als gevolg van prikkeling van de receptoren in het parodontaal membraan en het palatum, interneuronen worden geactiveerd. Deze zouden zijn gelegen in de nucleus supratrigeminalis. De interneuronen kunnen zowel de prikkel drempel van de sensorische als die van de motorische neuronen beïnvloeden.

In dit verband zijn de recente waarnemingen van Sessle (1973) zeer belangrijk. Deze onderzoeker heeft aangetoond dat stimulatie van de receptoren in het parodontaal membraan resulteert in een verandering van de prikkel drempel van de motorneuronen der kauwspieren en ook hij veronderstelt dat stimulatie van deze receptoren van invloed is op de stand van de onderkaak.

Uit de resultaten blijkt dat alleen dan electromyografische veranderingen in de spieren kunnen worden waargenomen als de bek over een bepaalde minimale intercuspidale afstand van 10 mm is opengesperd. Dit betekent dat, ongeacht het feit of de regulatie van de prikkel drempel van het systeem op centraal of op perifeer niveau plaats vindt, als gevolg van het openen van de bek receptoren worden geprikkeld. Het zijn deze receptoren (spierspoelen van de gerekte spieren, receptoren van het kaakgewricht) die primair de gevoeligheid van het stuursysteem beïnvloeden.

Dat de receptoren van het kaakgewricht in staat zijn de prikkel drempel van de motorneuronen van de kauwspieren te beïnvloeden is recent aangetoond door de onderzoeken van Abe, Takata en Kawamura (1973).

Electromyografische veranderingen in de mm. temporalis, pterygoideus en masseter kunnen worden waargenomen bij het drukken tegen de bovenhoektanden in de richtingen 1, 3, 4, 5 en 6 en de richtingen 1', 3', 4', 5' en 6' voor de linker hoektand. In de richtingen 2 en 2' kunnen

daarentegen geen veranderingen worden geconstateerd.

Een verklaring voor het feit dat het drukken tegen de tanden in laatstgenoemde richtingen geen reacties veroorzaakt, kan worden gegeven aan de hand van een analyse van de wijze waarop het proefdier zijn voedsel opneemt.

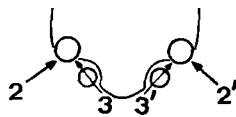
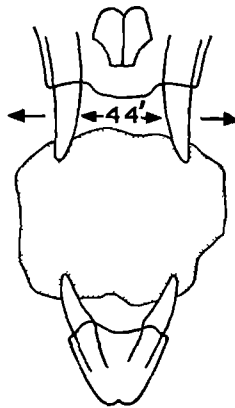
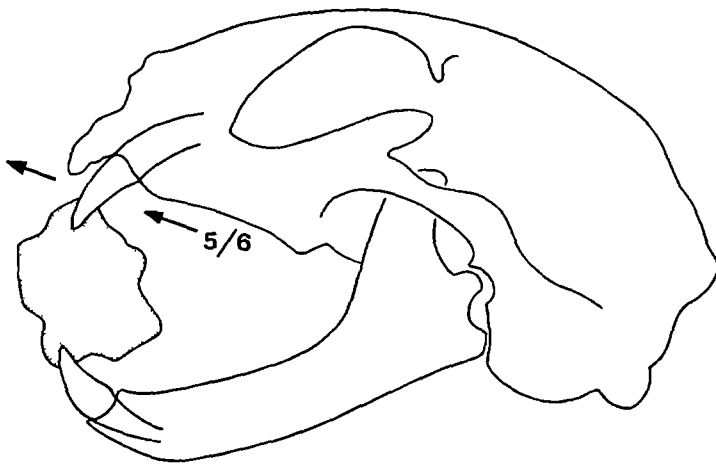
Bij het bijten in een voedselbrok wordt aanvankelijk druk uitgeoefend in de richtingen 4, 5, 6 en 4', 5' en 6'. Dat de drukken voornamelijk in deze richtingen worden uitgeoefend wordt enerzijds veroorzaakt door de stand van de bovenkaak ten opzichte van de onderkaak en anderzijds door de schuine stand van de hoektanden in de kaken (Afb. 19). Doordat de voedselbrok tegen de tanden drukt, wordt er invloed uitgeoefend op de kaakspieren. Deze manoeuvres — en fixeren zonodig — de onderkaak dan zodanig ten opzichte van de bovenkaak dat de voedselbrok in een optimale positie komt te liggen om met kracht te worden doorgebeten.

Bij het verder sluiten van de bek zal de druk in de richtingen 4 en 4' sterk toenemen omdat de hoektanden van de onderkaak occluderen langs de mediale zijde van de bovenhoektanden. Dit betekent dat bij het bijten en kauwen praktisch nooit druk kan worden uitgeoefend in de richtingen 2, 3 en 2' en 3' (Afb. 19).

Tenslotte kan de vraag worden gesteld in hoeverre het stuursysteem — dat hier voor de kat is beschreven — eveneens bij de mens aanwezig is.

Een van de problemen bij de beantwoording van deze vraag wordt gevormd door de grote morfologische verschillen die er zijn tussen het tandkaakstelsel van de mens en de kat. Bovendien bestaan er beduidende verschillen tussen deze beide species wat betreft de wijze waarop deze voedsel tot zich nemen en verwerken in de mond c.q. de bek.

Anderzijds dient men zich te realiseren dat een groot deel van onze inzichten in de neurofysiologische systemen bij de mens aan de hand van dierexperimenten zijn ontwikkeld; met name de kat heeft bij deze experimenten een belangrijke rol gespeeld.



Afb. 19. Schematische weergave van de wijze waarop door de voedselbrok druk op de tanden wordt uitgeoefend in de verschillende richtingen.

Door Bonaguro, Dusza en Bowman (1969) wordt verondersteld dat ook bij de mens het parodontaal membraan van de hoektand in de bovenkaak het best van alle gebitselementen geïnnerveerd wordt.

De conclusies van deze onderzoekers zijn echter niet gebaseerd op metingen maar op subjectieve aanwijzingen van proefpersoon. Dit geldt eveneens voor de waarnemingen van Adler (1947) en Bowman en Nakfoor (1968). Ook deze auteurs konden aantonen dat de bovenhoektanden richtingsgevoelig zijn.

In ieder geval staat vast dat zeker bij de kat prikkels vanuit het parodontaal membraan van de hoektanden van de bovenkaak mede het kauwmechanisme kunnen reguleren.

In de literatuur worden een aantal structuren beschreven, die gelegen zijn in het parodontaal membraan en waarvan wordt verondersteld dat het receptoren zijn. Tot op heden is men er echter niet in geslaagd deze structuren te koppelen aan bepaalde fysiologische functies.

Wel is uit een aantal fysiologische onderzoeken bekend dat althans een aantal van deze receptoren reageren op drukveranderingen. Deze receptoren worden geactiveerd, omdat door het drukken tegen de tand deze gaat bewegen in zijn alveole. Dit laatste is mogelijk omdat de tand niet star is verbonden met de tandkas.

Algemeen wordt aangenomen dat de impulsen van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan via zenuwvezels van de nervus maxillaris en de nervus mandibularis worden geleid naar het centrale zenuwstelsel. De cellichamen van deze zenuwvezels zijn gelegen in de nucleus mesencephalicus nervi trigemini. Dit is de enige kern binnen het centrale zenuwstelsel waar primaire sensorische neuronen worden aangetroffen.

Bij oriënterend onderzoek naar de functie van de hoektand in de bovenkaak bij de kat viel op, dat de responses (evoked potentials) in de ipsilaterale nucleus mesencephalicus, veroorzaakt door het heen en weer bewegen van deze tand, niet geheel konden worden onderdrukt door de impulsgeleiding van de nervus trigeminus zowel ipsi- als contralateraal te onderbreken.

Deze resultaten gaven aanleiding te veronderstellen dat er — buiten de nervus trigeminus om — extra verbindingen bestaan tussen de hoektanden in de bovenkaak en de nucleus mesencephalicus.

In de literatuur konden hierover slechts summiere aanduidingen worden gevonden.

Alleen de literatuurgegevens betreffende de nervus oculomotorius maken het aannemelijk dat met deze zenuw sensorische vezels meelopen die de nucleus mesencephalicus bereiken.

Over de andere craniale zenuwen konden in de literatuur geen duidelijke anatomische of fysiologische aanwijzingen worden gevonden om te veronderstellen dat sensorische vezels via deze zenuwen verbinding hebben met de nucleus mesencephalicus.

Op grond van resultaten, gevonden bij oriënterend onderzoek en de gegevens uit de literatuur werd daarom een onderzoek verricht naar het voorkomen van responses in de nervus oculomotorius als gevolg van het heen en weer bewegen in hun tandkassen van de hoektanden in de bovenkaak.

Vervolgens werden een aantal experimenten uitgevoerd om na te gaan of de responses afkomstig waren van afferente of van efferente zenuwvezels en om de oorsprong van deze banen vast te stellen. Bovendien werd nagegaan of een aantal van deze vezels de mediaanlijn kruisen en dus aan de contralaterale zijde de hersenstam betreden.

Bij alle proefdieren konden in de nervus oculomotorius responses worden afgeleid als gevolg van het heen en weer bewegen van de ipsilaterale hoektanden in de bovenkaak. De amplitudo van deze responses bleek enerzijds sterk afhankelijk te zijn van de mate waarin de hoektand werd bewogen en anderzijds van de richting waarin de hoektand werd verplaatst.

Om na te gaan of de geregistreerde responses afkomstig waren van afferente of efferente zenuwvezels in de nervus oculomotorius werd bij een aantal proefdieren de nervus oculomotorius doorgesneden, centraal van de afleidelectroden.

Deze experimenten toonden aan dat de afgeleide responses in de nervus oculomotorius afkomstig zijn van afferente zenuwvezels.

Bij een aantal proefdieren werd zowel de inhoud van de orbita alswel de hoektand omringende structuren verwijderd om na te gaan waar de oorsprong is gelegen van de in de nervus oculomotorius afgeleide responses. Uit de tanden die werden verplaatst werd de pulpa niet verwijderd omdat algemeen in de fysiologie wordt aangenomen dat in het pulpaweefsel geen drukgevoelige receptoren zijn gelegen.

Deze proeven toonden aan dat de responses in de nervus oculomotorius

afkomstig zijn van receptoren in het parodontaal membraan van de verplaatste hoektand.

Tenslotte kon worden aangetoond dat een aantal zenuwvezels die ontspringen in het parodontaal membraan het mediaanvlak kruist en met de contralaterale nervus oculomotorius de hersenstam betreedt. Het bleek dat het centrale zenuwstelsel zeer gedifferentieerde informatie ontvangt vanuit het parodontaal membraan. Deze informatie heeft niet alleen betrekking op de richting waarin de tand wordt gedrukt maar eveneens over de afstand waarover de tand wordt verplaatst.

Aan de hand van de resultaten van de uitgevoerde experimenten kon niet worden vastgesteld of de tand voor de ene richting van verplaatsen gevoeliger is dan voor de andere.

Volgens de opvatting van een aantal onderzoekers dienen de druk-c.q. rekreceptoren in het parodontaal membraan er uitsluitend voor om bij overschrijding van een bepaalde druk op de gebitselementen via een reflexbaan de kaaksluiters te inhiberen.

Naar onze mening zou het receptorsysteem van het parodontaal membraan bovendien kunnen fungeren binnen een complex regelsysteem dat de bewegingen van de onderkaak tijdens het kauwen bijstuurt.

In DEEL II van dit proefschrift werd nagegaan wat de functie is of welke de functies zijn van de drukreceptoren in het parodontaal membraan. Door Sherrington (1917) wordt verondersteld dat deze receptoren in dienst staan van een beschermingsreflex.

In de hypothese van Jerge (1964) fungeren de drukreceptoren in het parodontaal membraan alleen als aanzetters van de openingsreflex. Naar onze mening valt het zeer te betwijfelen dat alle receptoren in het parodontaal membraan uitsluitend dienen voor de functies zoals die door de eerder genoemde onderzoekers zijn beschreven.

Mocht dit het geval zijn dan zou het centrale zenuwstelsel met veel minder informatie kunnen volstaan als die nu, zoals in DEEL I kon

worden aangetoond, vanuit het parodontaal membraan naar centraal wordt doorgegeven. Vermoedelijk fungeren de receptoren in het parodontaal membraan dan ook niet uitsluitend als aanzetters van de openingsreflex, maar maken een aantal van deze drukgevoelige receptoren deel uit van een stuursysteem dat de bewegingen van de onderkaak zoals die tijdens het kauwen worden uitgevoerd, reguleert.

Om deze hypothese te toetsen werd een onderzoek verricht naar de veranderingen welke in de contractiepatronen van een drietal kauwspieren optraden, wanneer bij de kat de hoektanden in de bovenkaak in verschillende richtingen werden verplaatst.

Onderzocht werden mm. temporalis, pterygoideus en masseter bij 16 jonge katten. Van de onderzochte spieren wordt verondersteld dat het bij de kat elevatoren van de kaak zijn.

Bij alle proefdieren konden in de drie onderzochte spieren electromyografische veranderingen worden waargenomen als gevolg van het drukken in de verschillende richtingen.

Deze veranderingen konden echter alleen dan worden waargenomen als de bek van het proefdier over een minimale afstand van 10 mm was geopend. Deze afstand werd gemeten tussen de incisale punten van de hoektanden van de onder- en de bovenkaak. Naarmate de bek van het proefdier verder was geopend waren de veranderingen duidelijker waarneembaar.

Als gevolg van het feit dat de bek was opengesperd werden in de drie onderzochte spieren electrisch zeer actieve gebieden aangetroffen zonder dat er tegen de tanden werd gedrukt. De spiervezels in deze gebieden verkeerden in een continue contractie-toestand.

Bij 5 van de 7 proefdieren waarbij de musculus temporalis werd bestudeerd vertoonden de electromyografische veranderingen een hoge mate van overeenkomst, afhankelijk van de richting waarin tegen de tanden werd gedrukt. Voor de musculus pterygoideus werden soortgelijke waarnemingen gedaan. Hier vertoonden de electromyografische veranderingen bij 4 van de 5 proefdieren een hoge mate van overeenkomst.

Ofschoon in zowel de linker als in de rechter musculus masseter duidelijke electromyografische veranderingen konden worden waargenomen, waren de resultaten hier niet eensluidend.

De resultaten doen vermoeden dat in het parodontaal membraan — althans voor de musculus temporalis en musculus pterygoideus — specifieke reflexogene velden zijn gelegen en dat een aantal van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan deel uit maken van een stuursysteem. Dit stuursysteem reguleert de bewegingen van de onderkaak, zoals die tijdens het kauwen worden uitgevoerd, door reflectoïr de mate van contractie van de kauwspieren te beïnvloeden.

In de discussie wordt de gestelde hypothese gespecificeerd en wordt nagegaan in hoeverre de gevonden resultaten passen in het kauwpatroon van de kat.

Tot slot wordt de vraag gesteld in hoeverre het stuursysteem — dat hier voor de kat is beschreven — eveneens bij de mens aanwezig is.

GENERAL SUMMARY

A number of structures which are located in the periodontal membrane and are presumed to be receptors have been described in the literature. Up to the present, however, no one has succeeded in linking these structures to specific physiological functions. A number of physiological studies have demonstrated that at least some of these receptors react to changes in pressure. These receptors are activated because pressure against the tooth results in movement of the tooth in the alveolus, a result, in turn, of the fact that the teeth are not rigidly fixed in the sockets.

It is generally assumed that the impulses from the pressure-sensitive receptors in the periodontal membrane travel to the central nervous system via the fibers of the maxillary and mandibular nerves. The nerve cells from which these fibers proceed are located in the mesencephalic nucleus of the trigeminal nerve. This is the only nucleus in the central nervous system in which primary sensory neurons are found.

During preliminary studies of the function of the cuspids in the upper jaw of the cat it was found that the evoked potentials produced in the ipsilateral mesencephalic nucleus by moving the cuspid back and forth could not be suppressed completely by both ipsi- and contralateral blockage of conduction in the trigeminal nerve. These results suggested that additional connections, independent of the trigeminal nerve, must exist between the cuspids in the upper jaw and the mesencephalic nucleus.

Only brief references to this subject could be found in the literature. Only in the case of the oculomotor nerve do the data in the literature suggest that the nerve is accompanied by sensory fibers which reach the mesencephalic nucleus. With regard to the other cranial nerves, no clear anatomical or physiological findings could be found in the literature which would suggest that sensory fibers reach the mesencephalic nucleus via these nerves.

On the basis of data in the literature and the results obtained during

preliminary investigations, a study was therefore made of the appearance of evoked potentials in the oculomotor nerve as a result of the movement of the cuspids of the upper jaw in their sockets. Subsequently, a number of experiments were carried out to determine whether the evoked potentials originated in afferent or efferent nerve fibers and to establish the origin of these nerve pathways. In addition, the possibility was investigated that a number of these fibers might cross the midline and thus enter the brain stem on the contralateral side. Evoked potentials in the oculomotor nerve as a result of a back and forth movement of the ipsilateral cuspids in the upper jaw could be recorded in all experimental animals. The amplitude of these potentials was highly dependent on both the degree and the direction in which the cuspid was moved.

In order to determine whether the recorded potentials originated in the afferent or the efferent fibers of the oculomotor nerve, the latter was cut centrally to the recording electrode in a number of animals. These experiments showed that the evoked potentials recorded from the oculomotor nerve originate in the afferent fibers.

In a number of experimental animals, the contents of the orbit and the structures surrounding the cuspid were removed in order to determine the origin of the evoked potentials recorded from the oculomotor nerve. The pulp was not removed from the teeth which were to be moved, however, since it is generally assumed in physiological circles that there are no pressure-sensitive receptors in the tooth pulp.

These studies showed that the evoked potentials in the oculomotor nerve originate in receptors in the periodontal membrane of the displaced tooth.

It was also demonstrated that a number of nerve fibers originating in the periodontal membrane cross the midline and enter the brain stem together with the contralateral oculomotor nerve.

These results indicate that the central nervous system receives highly differentiated information from the periodontal membrane. This infor-

mation pertains not only to the direction in which the tooth is pushed but also to the distance over which the tooth is displaced. It could not be established, on the basis of the results of these experiments, whether the cuspids are more sensitive to movement in one direction than in another.

In the opinion of a number of investigators, the only purpose of the pressure- and stretch-receptors in the periodontal membrane is, via a reflex pathway, to inhibit closure of the jaws when a predetermined pressure on the teeth has been exceeded. In our opinion, the receptor system in the periodontal membrane may also play a role in a complex regulatory system which controls the movements of the lower jaw during chewing.

In Part II of this thesis, an attempt is made to determine what the function or functions of the pressure-sensitive receptors in the periodontal membrane may be.

Sherrington (1917) suggested that these receptors play a role in a protective reflex. In the hypothesis of Jerge (1964), the only function of the pressure-sensitive receptors in the periodontal membrane is to initiate the opening reflex.

In our opinion, however, it is extremely doubtful that all the receptors in the periodontal membrane function only in the manner described by the above-mentioned investigators. If this were the case, the central nervous system could get along with much less information than it now receives (as we were able to demonstrate in Part I) from the periodontal membrane. In our opinion, the receptors in the periodontal membrane do not function merely as initiators of the opening reflex, but a number of these pressure-sensitive receptors play a role in a regulatory system that controls the movements of the lower jaw during chewing.

In order to test this hypothesis, a study was made of the changes occurring in the contraction pattern of three different masticatory muscles of the cat when the cuspids in the upper jaw were displaced in various directions. Thus, the temporal, pterygoid and masseter

muscles were studied in 16 young cats, it being assumed that these muscles are the elevators of the jaw in the cat.

In all three muscles in all experimental animals, electromyographic changes could be recorded as a result of displacement of the cuspids in various directions. However, these changes could only be recorded when the animal's mouth was opened to a width of at least 10 mm., this distance being measured between the incisal points of the cuspids in the upper and lower jaw. As the animal's mouth was opened further, the electromyographic changes became more pronounced. Due to the fact that the mouth was held open, electrically very active regions could be observed in all three muscles in the absence of any pressure on the teeth. The muscle fibers in these areas were in a state of continuous contraction.

In 5 of the 7 animals in which the temporal muscle was studied, the electromyographic changes were found to be similar and highly dependent on the direction in which the teeth were pushed. Similar findings were made in the case of the pterygoid muscle, the electromyographic changes being highly comparable in 4 of the 5 animals studied.

Although distinct electromyographic changes could be seen in both the left and the right masseter muscle, the results in this case were not completely consistent.

The results obtained suggest, at least in the case of the temporal and pterygoid muscles, that there are specific reflexogenic zones in the periodontal membrane. These results support the previously suggested hypothesis that a number of the pressure-sensitive receptors in the periodontal membrane play a role in a regulatory system which controls the movements of the lower jaw, as during chewing, by exerting a reflex influence on the degree of contraction of the masticatory muscles.

In the discussion this hypothesis is worked out in more detail and the extent to which the results obtained fit into the chewing pattern of the cat is examined. In conclusion, the question is raised to what extent the finding of a regulatory system in the cat may also be applicable to man.

- ABE, K., TAKATA, M., KAWAMURA, Y. (1973): A study on inhibition of masseteric alpha-motor fibre discharges by mechanical stimulation of the temporomandibular joint in the cat.
Arch. Oral Biol., 18: 301-304.
- ADLER P. (1947): Sensibility of teeth to loads applied in different directions.
J. Dent. Res., 26: 279-289.
- BACH-Y-RITA, P., ITO, F. (1966): Properties of stretch receptors in cat extraocular muscles.
J. Physiol. (London), 186: 663-688.
- BERNICK, S. (1952): Innervation of the primary tooth and surrounding supporting tissues of monkeys.
Anat. Rec., 113: 215-237.
- BERNICK, S. (1957): Innervation of teeth and periodontium after enzymatic removal of collagenous elements.
Oral Surg., 10: 323-332.
- BONAGURO, J. G., DUSZA, G. R., BOWMAN, D. C. (1969): Ability of human subjects to discriminate forces applied to certain teeth.
J. Dent. Res., 48: 236-241.
- BOWDEN, R. E. M., MAHRAN, Z. Y. (1960): Experimental and histological studies of the extrapetrous portion of the facial nerve and its communications with the trigeminal nerve in the rabbit.
J. Anat., 94: 375-386.
- BOWMAN, D. C., NAKFOOR, P. M. (1968): Evaluation of the human subject's ability to differentiate intensity of forces applied to the maxillary central incisors.
J. Dent. Res., 47: 252-259.
- BOYD, I. A. (1961): The motor innervation of mammalian muscle spindles.
J. Physiol. (London), 159: 7P-9P.
- BRODAL, A. (1969): The cranial nerves.
Oxford, Blackwell.
- BROWN, R. V., HILTON, J. G. (1956): The effectiveness of the baroreceptor reflexes under different anesthetics.
J. Pharmacol. Exp. Ther., 118: 198-203.
- CARLSSÖ, S. (1956): An electromyographic study of the activity, and an anatomic analyses of the mechanics of the lateral pterygoid muscle.
Acta Anat., 26: 339-351.
- COOPER, S., DANIEL, P. M., WHITTERIDGE, D. (1952): Nerve impulses in the brainstem of the goat. Responses with long latencies obtained by stretching the extrinsic eye muscles.
J. Physiol., (London), 120: 491-513.
- CORBIN, K. B. (1940a): Observations on the peripheral distribution of fibers arising in the mesencephalic nucleus of the fifth cranial nerve.
J. Comp. Neurol., 73: 153-177.

- CORBIN, K B, HARRISON, F (1940b) Function of the mesencephalic root of fifth cranial nerve
J Neurophysiol, 3 423 435
- CROUCH, J E (1969) Text atlas of cat anatomy
Philadelphia, Lea & Febiger
- DAULT, S H, SMITH, R D (1969) A quantitative study of the nucleus of the mesencephalic tract of the trigeminal nerve of the cat
Anat Rec, 165 79-88
- ESCHLER, J (1955) Elektrophysiologische und pathologische Untersuchungen des Kausystems
D Zahnärztl Z, 10 1147 1157
- ESCHLER, J (1961) Die freien Leerbewegungen und die Ruhelage des Unterkiefers als koordinierte Funktionen
Österr Z Stomatol, 58 2 16
- FREEMAN, W (1925) The relationship of the radix mesencephalica trigemini to the extra ocular muscles
Arch Neurol Psychiat, 14 111 113
- GERSH, I, BODIAN, D (1943) Histochemical analysis of changes in rhesus motoneurons after root section
Biol Symp, 10 163-184
- GRANT, D A, STERN, I B, EVERETT, F G (1972) Orban's periodontics
Saint Louis, C V Mosby 4th ed
- HANNAM, A G (1968a) The conduction velocity of nerve impulses from dental mechanoreceptors in the dog
Arch Oral Biol, 13 1377 1383
- HANNAM, A G (1968b) An electrophysiological study of periodontal mechanoreceptors
Dissertation, Bristol
- HANNAM, A G (1969) The response of periodontal mechanoreceptors in the dog to controlled loading of the teeth
Arch Oral Biol, 14 781 791
- HANNAM, A G (1970) Receptor fields of periodontal mechanosensitive units in the dog
Arch Oral Biol, 15 971 978
- HARRISON, F, CORBIN, K B (1942) The central pathway for the jaw-jerk
Am J Physiol, 135 439 445
- HASSELT, v P C A H M (1972) The centrifugal control of retinal function.
Dissertation, Nijmegen
- HOUSE, E L, PANSKY, B (1967) A functional approach to neuroanatomy
New York, McGraw Hill

- JERGE, C. R. (1963a): The organization and function of the trigeminal mesencephalic nucleus.
J. Neurophysiol., 26: 379-392.
- JERGE, C. R. (1963b): The function of the nucleus supratrigeminalis.
J. Neurophysiol., 26: 393-402.
- JERGE, C. R. (1964): The neurologic mechanism underlying cyclic jaw movements.
J. Prosthet. Dent., 14: 667-681.
- KADANOFF, D. (1929): Nerven und Nervenverteilung in der Zahnwurzelhaut.
Verh. Phys. Med. Ges. Würzburg, 54: 27-32.
- KAWAMURA, Y., NISHIYAMA, T. (1966): Projection of dental afferent impulses to the trigeminal nuclei of the cat.
Jap. J. Physiol., 16: 584-597.
- KIZIOR, J. E., CUOZZO, J. W., BOWMAN, D. C. (1968): Functional and histologic assessment of the sensory innervation of the periodontal ligament of the cat.
J. Dent. Res., 47: 59-64.
- KLIJN, J. A. J., KLOPROGGE, M. J. G. M. (1973): Cable artefact suppressor for electrophysiological recording.
Electromyogr. Clin. Neurophysiol., 13: 87-92.
- KLOPROGGE, M. J. G. M. (1972): Placing the head horizontally in the stereotaxic apparatus by using X-ray photographs.
Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol., 33: 530-532.
- KLOPROGGE, M. J. G. M., HURKMANS, G. C. A. M. (1973): A simple multichannel preamplifier system with patch board.
Arch. Int. Physiol. Biochim., 81: in press.
- KOSAKA, K. (1912): Zur frage der physiologischen natur der zerebraten Trigeminiwurzel.
Folia Neurobiol., 6: 1-16.
- LEWINSKY, W., STEWART, D. (1937): The innervation of the periodontal membrane of the cat, with some observations on the function of the end-organs found in that structure.
J. Anat., 71: 231-235.
- LEWINSKY, W., STEWART, D. (1938): An account of our present knowledge of the innervation of the teeth and their related tissues.
Br. Dent. J., 65: 687-700.
- LEWY, F. H., GROFF, R. A., GRANT, F. C. (1938): Autonomic innervation of the face. An experimental study.
Arch. Neurol. Psychiat., 39: 1238-1249.
- MacDOUGALL, J. D. B., ANDREW, B. L. (1953): An electromyographic study of the temporalis and masseter muscles.
J. Anat., 87: 37-45.
- MATTHEWS, P. B. C. (1964): Muscle spindles and their motor control.
Physiol. Rev., 44: 219-288.
- MAY, O., HORSLEY, V. (1910): The mesencephalic root of the fifth nerve.
Brain, 33: 175-203.

- NESS, A R (1954) The mechanoreceptors of the rabbit mandibular incisor
J Physiol (London), 126 475-493
- ORBAN, B (1958) Periodontics
London, H Kimpton
- PEARSON, A A (1949a) The development and connections of the mesencephalic root of the trigeminal nerve in man
J Comp Neurol, 90 1-46
- PEARSON, A A (1949b) Further observations on the mesencephalic root of the trigeminal nerve
J Comp Neurol, 91 147-194
- PFAFFMANN, C (1939a) Afferent impulses from the teeth due to pressure and noxious stimulation
J Physiol, (London), 97 207-219
- PFAFFMANN, C (1939b) Afferent impulses from the teeth resulting from a vibratory stimulus
J Physiol, (London), 97 220-232
- PROVENZA, D V (1964) Oral Histology Inheritance and development
London, Pitman Med Publ
- RAPP, R, KIRSTINE, W D, AVERY, J K (1957) A study of neural endings in the human gingiva and periodontal membrane
Canad Dent Assoc, 23 637-643
- REIGHARD, J, JENNINGS, H S (1957) Anatomy of the cat Dissection of the cat
New York, H Holt
- REINOSO SUAREZ, F (1961) Topografischer Hirnatlas der Katze für experimental physiologische Untersuchungen
Darmstadt, E Merck
- SESSLE, B J, SCHMITT, A, YU, S K J, GREENWOOD, L F (1973) Influence of mechanical stimulation of teeth on cat trigeminal motoneurons
J Dent Res, 52 special issue, J A D R Abstract nr 166
- SHEININ, J J (1930) Typing of the cells of the mesencephalic nucleus of the trigeminal nerve in the dog, based on nissl granule arrangement
J Comp Neurol, 50 109-127
- SHEININ, J J (1933) Studies of the mesencephalic nucleus in the normal and experimental cat
Anat Rec, 55 suppl 36
- SHERRINGTON, C S (1917) Reflexes elicitable in the cat from pinna vibrissae and jaws
J Physiol, (London), 51 404-431
- SIVANANDASINGHAM, P, WARWICK, R (1973) The peripheral route of proprioceptive nerve fibres from the extra ocular muscles
The Third European Anatomical Congress 1973 92
- SZENTAGOTHAÏ, J (1948) Anatomical considerations of monosynaptic reflex arcs
J Neurophysiol, 11 445-454

De auteur van dit proefschrift werd op 12 november 1942 te Kerkrade geboren. Na het behalen van het eindexamen H.B.S.-b aan de St.-Antonius Dr. aldaar, begon hij in 1962 aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen met de studie in de Tandheelkunde. In 1967 werd het doctoraalexamen gedaan en in 1968 het tandartsexamen met goed gevolg afgelegd.

Vanaf januari 1969 tot februari 1971 was hij als instructeur verbonden aan de subfaculteit Tandheelkunde van de Katholieke Universiteit te Nijmegen. Sedertdien is hij als staflid verbonden aan de afdeling Tandheelkundige Röntgenologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

STELLINGEN

I

Er zijn neurofysiologische argumenten om aan te nemen dat de nervus oculomotorius bij de kat afferente zenuwvezels bevat die in verbinding staan met drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan van zowel de ipsi- als de contralaterale bovenhoektand

Dit proefschrift

II

Het centrale zenuwstelsel van de kat onvangt vanuit het parodontaal membraan van de bovenhoektanden zowel informatie over de richting waarin de hoektanden worden bewogen alsook over de afstand waarover zij worden verplaatst

Dit proefschrift

III

Een aantal van de drukgevoelige receptoren in het parodontaal membraan van de hoektanden in de bovenkaak bij de kat maakt deel uit van een stuursysteem, dat reflectoir het contractiepatroon van de elevatoren van de onderkaak tijdens het kauwen reguleert

Dit proefschrift

IV

Er bestaan gegronde argumenten om te veronderstellen dat bij patienten, verkeerd aangebrachte knobbelhellingen in restauraties van gebitselementen, als gevolg van stimulatie van receptoren in het parodontaal membraan, mede tandenknarsen veroorzaken

V

Aan het bestaan van een bulbair kauwcentrum, analoog aan het ademhalingscentrum, moet worden getwijfeld
Veeleer moet worden gedacht aan een regulatie van het kauwen vanuit verschillende cerebrale niveau's

Kloprogge M (1972)

Ned Tijdschr Tandheelkd 6 216 225

VI

Er bestaat geen correlatie tussen het al dan niet reageren van de zenuw in de tandpulpa op een elektrische stroom en de „vitaliteit” van die tandpulpa.

Kloprogge, M., Van Wamel, J. (1973)
Ned. Tijdschr. Tandheelkd. 80:89-93.

VII

Het testen van de „vitaliteit” van de tandpulpa met behulp van „rokende” gutta percha verhoogt de kans op mortaliteit van die pulpa.

Hensel, H., Mann, G. (1956)
Stoma, 9 76-83.

VIII

Gezien het hoge percentage (34%) röntgenologisch gevonden „afwijkingen” in de kaken van edentate patiënten, verdient het aanbeveling ook van deze patiënten röntgenopnamen van de kaken te vervaardigen, alvorens een kunstgebit te maken.

Van de Poel, A., Kloprogge, M. (1972)
Ned. Tijdschr. Tandheelkd. 79:452-456.

IX

De door de Nederlandse specialisten voor mondheekunde verrichte operaties op het terrein van de orale en maxillo-faciale chirurgie staan internationaal op een hoog peil. De uitgave van het memorandum betreffende: „De maxillo-faciale chirurgie in Nederland” is dan ook bevreemdend. Het vermoeden wordt derhalve gewekt dat andere motieven dan het belang van de patiënt hierbij een rol hebben gespeeld.

X

Het zoeken naar drukfouten in proefschriften over niet taalkundige onderwerpen door de promovendus en de oppositie moet worden beschouwd als slecht bestede tijd.

Naar: Maltha, D. (1973)
Universiteit en Hogeschool
6 259-267.

Het woord saneringskaart zoals omschreven in van Dale dekt dit begrip (helaas) beter dan de betekenis die door de patiënten aan het bezit van deze kaart wordt toegekend.

M. Kloprogge

Nijmegen, 14 december 1973

